

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Kapacitní posouzení vybrané křižovatky

Selected Intersection Capacity Analysis

Student:

Bc. Petr Hostaša

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jindřich Frič, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Hostaša**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 20 Silniční doprava
Téma: **Kapacitní posouzení vybrané křižovatky**
Selected Intersection Capacity Analysis

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Cílem práce je provést analýzu dopravních vztahů v relevantním okolí řešené křižovatky. Připravit, provést a vyhodnotit realizovaný dopravní průzkum. Následně standardními metodami provést výpočet kapacity křižovatky. Ze zjištěných poznatků zpracovat návrh úprav křižovatky včetně základního ekonomického zhodnocení nákladů.

Osnova práce

1. Úvod
2. Analýza dopravní situace
3. Výpočet kapacity křižovatky
4. Návrh variantního řešení zjištěných nedostatků
5. Základní ekonomické zhodnocení
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Medelská, V.; Jirava, P.; Nop, D.; Rojan, J. Dopravné inžinierstvo. Bratislava: ALFA. 1991. 374s. ISBN 80-05-00737-X
- [2] ČSN 736110 Projektování místních komunikací.
- [3] ČSN 736101 Projektování silnic a dálnic.
- [4] ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na silničních komunikacích.
- [5] TP č. 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek Okružní křižovatky


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jindřich Frič, Ph.D.**


Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011





doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě...23.5.2011.....

Petr Horák
.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití školního díla a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledky její obhajoby.

V Ostravě: 23.5.2011



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Petr Hostaša

Adresa trvalého pobytu autora práce: Hanojská 2834/9, Tábor 390 05

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití školního díla a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledky její obhajoby.

V Ostravě:

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Petr Hostaša

Adresa trvalého pobytu autora práce: Hanojská 2834/9, Tábor 390 05

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Jindřichu Fričovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a čas, který mi věnoval při tvorbě mé diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval: panu Oldřichu Novákovi – z odboru dopravy Městského úřadu v Táboře, mé mamince Jiřině Hostašové a panu Ing. Milanu Koukolovi za poskytnutí cenných informací a materiálů.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

HOSTAŠA, P. *Kapacitní posouzení vybrané křižovatky : diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2011, 92 s. Vedoucí práce: Frič, J.

Práce se zabývá zhodnocením stávajícího stavu dopravy na okružní křižovatce v Plané nad Lužnicí a jejího kapacitního posouzení a návrhem ke zlepšení zjištěných nedostatků, které povedou k lepším užitným vlastnostem. První část práce obsahuje informace o analýze dopravních vztahů v relevantním okolí řešené křižovatky, a pak provedení a vyhodnocení realizovaného vlastního dopravního průzkumu. Druhá část obsahuje výpočet kapacity standardními metodami. Třetí část obsahuje návrh úpravy křižovatky a jeho ověření pomocí kapacitního posouzení a následně průjezdem směrodatného vozidla. Čtvrtá část se zabývá základním ekonomickým zhodnocením provedené úpravy křižovatky. V závěru je pak vyhodnocení vlivu a účelnosti navrženého opatření na bezpečnost a průjezd křižovatkou.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

HOSTAŠA, P. *Capacity assessment of a selected crossroad : Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Traffic Institute, 2011, 92p. Thesis head: Frič, J.

This thesis deals with the evaluation of the current traffic conditions of the traffic circle in Planá nad Lužnicí, its capacity assessment and the project to improve the realized insufficiencies, which will lead to better passability of the crossroad. The first part of my thesis includes information about the analysis of the traffic relations in the relevant neighborhood of this crossroad, the design and assessment of the realization of a proper traffic survey. The second part contains the capacity calculation with standard methods. The third part contains the project for the crossroad's arrangement, its certification with capacity assessments and the passage of the ruling vehicle. The fourth part deals with the basic economic evaluation of the realization of the traffic circle. In the conclusion is the evaluation of the effect and usefulness of the designed arrangement for the safety of passage through the crossroad.

Seznam použitých značek a symbolů

A	autobusy (TP 189)
ALG _e	stupeň vytížení okružní křižovatky (TP 135) [%]
ARGIS	informační systém pro plánování civilních zdrojů
AutoTurn	program pro ověřování parametrů pozemních komunikací pomocí vlečných (obalových) křivek
a	šířka jízdního pruhu [m]
a	průměrné zrychlení [m/s ²]
a _p	šířka přídatných pruhů [m]
a _v	stupeň vytížení [-]
b	vzdálenost mezi dvěma kolizními body C a C' [m]
b	kategorijní šířka silnice [m]
C (C')	kolizní body na okružním páse
C _n	skutečná kapacita dopravního proudu [jv/h]
ČSN	česká státní norma
c	šířka zpevněné části krajince [m]
D	vnější průměr křižovatky [m]
DP	dopravní průzkum
DPH	daň z přidané hodnoty
DÚR	dokumentace pro vydání územního rozhodnutí
d	průměrné zpomalení [m/s ²]
E	silnice I. třídy se statutem mezinárodní silnice
e	šířka nezpevněné části krajnice [m]
e	Eulerovo číslo (2,718281828...)
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (německé směrnice pro navrhování pozemních komunikací a jejich příslušenství)
G	relativní stupeň nebezpečnosti [-]
G _n	základní kapacita dopravních proudů [jv/h]
G _p	kapacita průpletového úseku [voz/h]
H	ukazatel hustoty nehod [počet nehod/1 km komunikace a rok]
I	průměrná denní intenzita provozu [voz/den]
I _d	denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]

I_H	rozhodující intenzita nadřazených proudů bez zohlednění skladby dopravy [voz/h]
I_m	intenzita v době průzkumu [voz/doba průzkumu]
I_n	intenzita dopravního proudu [jv/h]
I_t	týdenní průměr denních intenzit [voz/den]
j.v. (jv)	jednotková vozidla
K	nákladní soupravy (TP 189)
k	koeficient výhledových intenzit (TP 171) [-]
k_{10}	výsledný koeficient prognózy na 10 let [-]
k_{20}	výsledný koeficient prognózy na 20 let [-]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy [-]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-]
$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy týdne průzkumu na roční průměr denních intenzit dopravy [-]
L	délka úseku [km]
L	délka čekací fronty okružní křižovatky (TP 135) [m]
L_a	zrychlovací úsek [m]
L_d	délka zpomalovacího úseku [m]
L_e	maximální hodnota kapacity jednoho vjezdu okružní křižovatky [m]
L_m	manévrovací úsek [-]
L_p	délka průpletového úseku [m]
L_r	délka rozšiřovacího úseku (klínu) [m]
L_v	vyřazovací úsek [m]
L_{voz}	délka pro jedno osobní vozidlo (TP 135) [6 m]
L_z	zařazovací úsek [m]
M	místní a účelová komunikace (TP 189)
M	motocykly (TP 189)
MHD	městská hromadná doprava
MO	místní komunikace obslužná
MS	místní komunikace sběrná
m.n.	metrů nad mořem [m]
N	celkový počet nehod ve sledovaném období
N	nákladní vozidla (TP 189)

N_{95}	průměrná délka fronty [m]
N_{hs}	počet dopravních nehod s hmotnou škodou
N_{lz}	počet dopravních nehod s lehkým zraněním
N_{tz}	počet dopravních nehod s těžkým zraněním
N_u	počet dopravních nehod s usmrcením
O	osobní vozidla (TP 189)
OK	okružní křižovatka
PHM	pohonné hmoty a maziva
PK	pozemní komunikace
p	rezerva R v procentech [%]
p_0	pravděpodobnost nevzdutí nadřazených dopravních proudů
K	jízdní soupravy (TP 189)
Q_a	intenzita vozidel na výjezdu [jv/h]
Q_e	intenzita vozidel na vjezdu [jv/h]
Q_k	intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím posuzovaným vjezdem [jv/h]
Q_p	intenzita průletového úseku [jv/h]
q	intenzita podřazeného dopravního proudu [jv/h]
q_0	intenzita podřazeného dopravního proudu po špičkovém intervalu [jv/h]
R	ukazatel relativní nehodovosti [počet nehod/1 mil. vozkm a rok]
R	rezerva kapacity okružní křižovatky (TP 135) [jv/h]
R	poloměr hrany dopravního ostrůvku [m]
Rez	kapacitní rezerva [jv/h]
R_k	relativní koeficient dopravních nehod [-]
RPDI	výsledný roční průměr denní intenzity [voz/den]
$RPDI_x$	pro jednotlivé typy vozidel roční průměr denní intenzity [voz/den]
r	poloměr okružní křižovatky [m]
S	vozidla celkem (TP 189)
SO	stavební objekt
SSZ	světelné signalizační zařízení
s	sklon komunikace daného úseku [%]
T	doba trvání požadovaného intervalu [s]
T	těžká vozidla (TP 189)
TP	technické pomůcky

t	sledované období [rok]
t_f	následný časový odstup [s]
t_g	kritický časový odstup [s]
t_w	střední doba zdržení v intervalu [s]
U	střední závažnost nehod [-]
ÚKD	úroveň kvality dopravy [A až F]
v	šířka vodícího proužku směrově nerozdělené silnice [m]
v_c	rychlost na konci zpomalovacího úseku [km/h]
v_n	návrhová rychlost průběžné silniční komunikace [km/h]
w	šířka průpletového úseku [m]
w'	aritmetický průměr šířek větví vstupujících do průpletového úseku
w_1	šířka okružního pásu těsně před vjezdem [m]
w_2	šířka vjezdu před okružním pásem [m]
Z	komunikace napojující parkoviště obchodních zařízení (TP 189)
Z	číslo závažnosti nehod [-]
α	faktor (TP 135) [-]
α_{rameno}	úhel výseče [°]
μ	kapacita pruhu podřazeného dopravnímu proudu v uvažovaném intervalu [jv/h]
μ_0	kapacita v čase po špičkovém intervalu [jv/h]
π	Ludolfovo číslo (3,141592654...)

Obsah

	strana
Seznam použitých značek a symbolů	10
Úvod.....	15
1. Analýza dopravní situace	16
1.1. Analýza dopravní situace v Plané nad Lužnicí	16
1.1.1. Silniční infrastruktura	17
1.1.2. Železniční infrastruktura.....	20
1.1.3. Dopravní obslužnost	20
1.2. Dopravní průzkumy	22
1.2.1. Příprava a realizace vlastního křižovatkového průzkumu	24
1.2.2. Dopravní průzkumy prováděny ŘSD a soukromou firmou.....	27
1.2.3. Vyhodnocení a zpracování vlastního dopravního průzkumu	29
1.2.4. Porovnání hodnot RPDÍ dopravních průzkumů.....	37
1.3. Analýza dopravní nehodovosti	38
1.3.1. Nehodovost na okružní křižovatce v Plané nad Lužnicí.....	39
1.3.2. Ukazatele dopravní nehodovosti.....	45
2. Výpočet kapacity křižovatky	47
2.1. Výpočet kapacity podle ČSN 73 6102.....	47
2.2. Výpočet kapacity podle TP 135	53
2.3. Porovnání hodnot	56
2.4. Simulace okružní křižovatky	57
3. Návrh variantního řešení zjištěných nedostatků	59
3.1. Zásady navrhování okružní křižovatky.....	59
3.2. Základní parametry křížujících se pozemních komunikací	62
3.3. Návrh varianty č. 1 – okružní křižovatka se dvěma jízdními pruhy.....	69
3.4. Návrh varianty č. 2 – okružní křižovatka se spirálovitě uspořádanými jízdními pruhy.....	71
3.5. Návrh varianty č. 3 – Ramp-metering	74
3.6. Posouzení návrhů	77
4. Základní ekonomické zhodnocení	85
5. Závěr	88
6. Seznam použité literatury	90
7. Seznam příloh	92

Úvod

V diplomové práci se zabývám analýzou dopravní situace okružní křižovatky na silnici I/3 v Plané nad Lužnicí. Provedl jsem směrový dopravní průzkum, abych zjistil intenzitu dopravního proudu, kterou vozidla daným místem projíždějí. Poté jsem provedl jeho vyhodnocení, analýzu a srovnání se staršími směrovými dopravními průzkumy (jednalo se o směrové dopravní průzkumy, před vybudováním okružní křižovatky).

Cílem celé práce bude provést analýzu dopravních vztahů v okolí řešené křižovatky a navrhnout úpravy pro zlepšení stávajícího stavu. V rámci analýzy dopravních vztahů se bude řešit skladba silniční sítě v relevantním okolí a její dopravní obslužnost. Připravím, provedu a vyhodnotím realizovaný dopravní průzkum křižovatky. Tento vlastní křižovatkový průzkum se porovná se směrovými dopravními průzkumy provedenými v uplynulých letech. Pak ze získaných hodnot se vytvoří simulace okružní křižovatky. Následně standardními metodami se vypočte kapacita křižovatky a ověří, zda křižovatka kapacitně vyhovuje. Hodnoty z takto získaných metod se mezi sebou porovnají. Z výsledků bude zjišťováno, zda již při projektování a přípravě stavby nebyla podceněna propustnost křižovatky, případně se zpracuje návrh úprav křižovatky, včetně základního ekonomického zhodnocení nákladů.

Průtah městem Planá nad Lužnicí patří k nejzatíženějším úsekům v Jihočeském kraji. Každý pátek se zde tvoří kolony vozidel. Dle celostátního sčítání v roce 2000 projelo daným úsekem 14 237 vozidel za 24 hodin, v roce 2005 pak 18 891 vozidel za 24 hodin. Sčítání dopravy v roce 2010 není zatím ještě vyhodnoceno. Okružní křižovatka může mít vliv na kongesci v navazujících úsecích směrem k městu Tábor. Řešením tohoto nežádoucího stavu (emise, imise, hluk, vibrace) je vybudování dálnice D3, která odvede tranzitní dopravu z centra.

Ve městě Planá nad Lužnicí se uskutečnila výstavba jedné z etap IV. železničního koridoru. IV. tranzitní železniční koridor Horní Dvořiště-České Budějovice-Praha-Děčín je součástí jedné z hlavních evropských magistrál. Svůj význam má v mezinárodním spojení Jadran-Balt a důležitou roli sehrává ve vnitrostátní přepravě.

Součástí staveb koridoru jsou též vyvolané přeložky pozemních komunikací. Jednou z těchto přeložek byla i přeložka silnice II/409, jejíž úrovněvé křížení bylo nahrazeno mimoúrovňovým. Přeložka silnice II/409 podchází železniční trať a připojuje se

na silnici I/3 v jejím 58,8 km. Po dobudování v celé délce bude přeložka silnice I/3 sloužit jako dálniční přivaděč.

Po vybudování okružní křižovatky se stávající kongesce zvětšily a fronty stojících vozidel se prodloužily na průměrnou hodnotu 900 m. Ve špičkách se kongesce začínají tvořit již v cca 3 km vzdáleném Táboře.

Výsledným řešením dané lokality by mělo být samozřejmě dobudování dálnice D3, a tím snížení počtu projíždějících vozidel. Propojení dané křižovatky na I/3 s dálnicí pak opět umožní vozidlům minout centrum města. Mnou navržené řešení by mělo napomoci k zlepšení průjezdnosti okružní křižovatky situované na 58,8 km silnice I/3.

1. Analýza dopravní situace

V této kapitole se zabývám analýzou dopravy v okolí řešené okružní křižovatky a vyhodnocením dopravní situace. Provedl jsem vlastní dopravní průzkum v prostoru křižovatky a následně jeho vyhodnocení.

1.1. Analýza dopravní situace v Plané nad Lužnicí

Okružní křižovatka je součástí stavby „Přeložka silnice II/409“ v Plané nad Lužnicí. V dokumentaci ke stavebnímu řízení je vedena jako stavební objekt SO-103. Též je vedena v katastru města Plané n. Lužnicí. Je to úroňová okružní čtyřramenná křižovatka s jedním jízdním pruhem, která se nachází na silnici I/3 na 58,8 km. Křižovatka není řízená světelným signalizačním zařízením.

Stávající silnice II/409 je vedena středem města Planá nad Lužnicí s hustou obytnou zástavbou. Úsek byl dopravně nevyhovující vzhledem k šířkovému uspořádání a největší dopravní závadou byl úroňový železniční přejezd na trati ČD 220 Tábor – České Budějovice s intenzivním provozem vlakových souprav. V rámci stavby Modernizace trati ČD byl vypracován v roce 2005 projekt firmou Pragoprojekt, a.s. Praha ve stupni DÚR na 1. úsek přeložky silnice II/409, a sice v úseku od stávající silnice I/3 (u ONO) po napojení na silnici III/00356 (Průmyslovou ulici). Přeložka silnice II/409 tak v konečné fázi propojí stávající silnici I/3 (v budoucnu II/603) s dálnicí D3 a stane se současně jediným přivaděčem na tuto dálnici D3 mezi Tábořem a Soběslaví. Výstavbou přeložky silnice II/409 v součinnosti s modernizací trati ČD č. 220 Veselí n. L. – Tábor došlo

ke zrušení stávající dopravní závady v podobě úrovněvého železničního přejezdu a ke zklidnění dopravy na stávající silnici II/409[2].

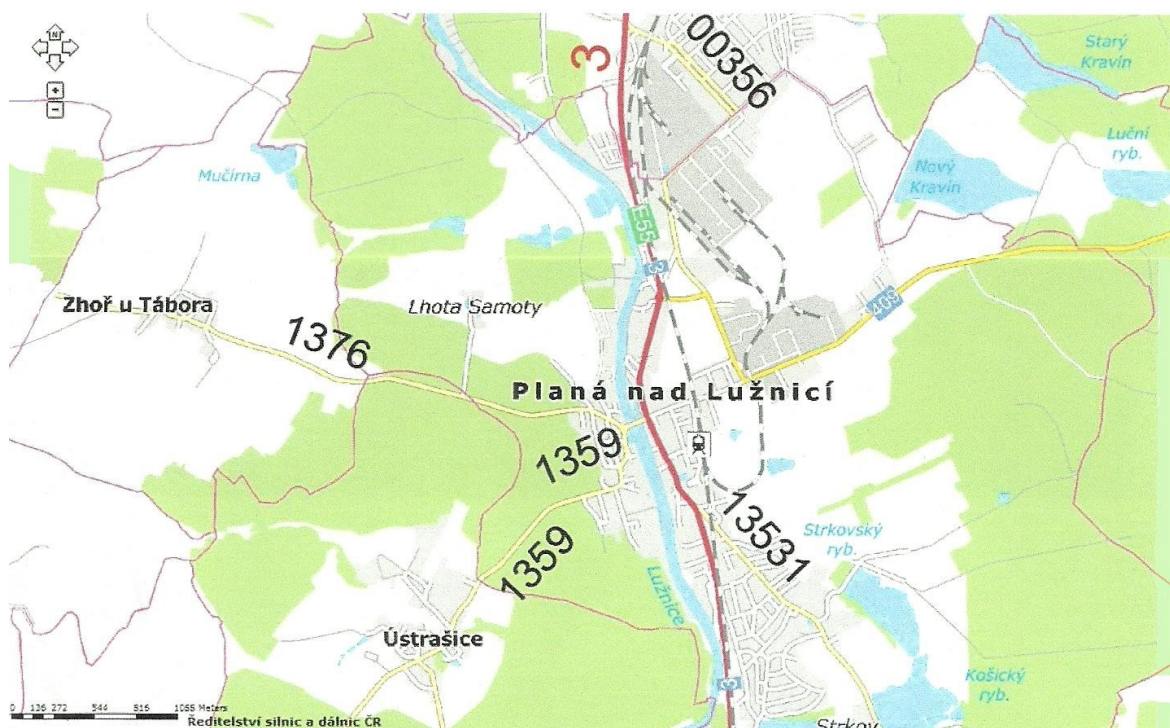
Všechny stavby IV. tranzitního železničního koridoru řeší rekonstrukci železničního svršku (kolejnice, pražce, výhybky), železničního spodku (zemní těleso, skalní svahy, odvodnění), mostů a propustků, zabezpečovacího zařízení včetně dálkového ovládání a dispečerské řídicí techniky, sdělovací trasy, trakční vedení a napájení a další objekty jako součást železniční dopravní cesty. Zejména frekventované přejezdy jsou navrženy k nahrazení nadjezdy nebo podjezdy a podchody, ostatní jsou ponechány s moderním zabezpečením; na přeložených úsecích trati se žádné přejezdy nenavrhují.

Než začnu popisovat dopravní situaci ve městě, chci seznámit čtenáře s geografickou polohou a základní charakteristikou města, protože to má vliv na dopravu. Město Planá nad Lužnicí se nachází na řece Lužnici a na severním okraji jižních Čech, na rozhraní Třeboňské pánve a Vlašimské vrchoviny, 83 km jižně od hlavního města Prahy a 60 km severně od Českých Budějovic. Na silničním tahu směr sever – jih: Praha – Tábor – České Budějovice – Linz a směr východ – západ: Plzeň – Písek – Tábor – Pelhřimov – Brno. Na železničním tahu prochází městem jižní železniční koridor Praha – České Budějovice – Linz. Dopravní infrastrukturou se budeme dále zabývat více dopodrobna[3]. Planá nad Lužnicí má statut města. Jedná se o pověřenou obec s katastrální výměrou 21,42 km², počtem obyvatel 3 405. Leží v nadmořské výšce 395 m.n., 49°21'15.98''severní šířky a 14°42'5.31''východní délky[4].

1.1.1. Silniční infrastruktura

Převážná část mikroregionu Tábořska leží v koridoru mezinárodního tahu E55 procházejícího Českou republikou a to má vliv i na zkoumanou okružní křižovatku. Zmíněný silniční koridor prochází severojižní nadregionální rozvojovou osou Tábořska a určuje v popisovaném území přepravní páteř. Na ní navazují silnice I.-III. třídy a místní komunikace[5] (viz obrázek 1.1).

Obrázek 1.1 : Silniční infrastruktura města Planá nad Lužnicí[12]



- **I/3 – E55 (Berlín) – Ústí nad Labem – Praha – České Budějovice – Dolní Dvořiště – Linz:** Nejdůležitější silnice na území Jihočeského kraje, která spojuje nejdůležitější sídelní aglomerace Jihočeského kraje, je součástí mezinárodního tahu E55. Dle celostátního sčítání v roce 2000 projelo daným úsekem 14 237 vozidel za 24 hodin, v roce 2005 pak 18 891 vozidel za 24 hodin. Sčítání dopravy z roku 2010 není zatím ještě vyhodnoceno[13]. Silnice I/3 plní úlohu silnice regionální a je nadregionálního významu. Silnice je vedena přes zkoumanou okružní křižovatku.

Celková délka silnic II. a III. třídy na území Plané nad Lužnicí je 24 km. Jsou řešeny v kategoriích S 7,5/50, resp. S 6,5/50.

- **II/409 – Chýnov – Černovice – Kamenice nad Lipou:** Silnice zajišťuje přepravní vztahy mezi aglomerací Tábor a Pelhřimov. Z hlediska přepravních nároků je současný stav uspokojivý. Tato silnice se napojuje na zkoumanou okružní křižovatku. Intenzita provozu je 2 203 vozidel za 24 hodin.
- **Silnice III. třídy :**
 - III/1376 – jedná se o silnici, která spojuje rekreační část Táborska a je v dobrém stavu. Intenzita provozu není doložena, neboť na této

komunikaci není sčítací místo. Lze předpokládat 2 000 až 2 500 vozidel za 24 hodin.

- III/1359 – jedná se o silnici, která spojuje několik aglomerací, kam lidé cestují za prací. Je v průměrném stavu a intenzita provozu je 794 vozidel za 24 hodin.
- III/1376 a III/1359 jdou v souběhu (peáž) od mostu přes Lužnici a přivádějí dopravu do centrální části Plané nad Lužnicí. Napojují se na silnici I/3 v křižovatce se silnicí II/409 Lužnicí.
- III/13531 – Silnice zajišťuje přepravní vztahy mezi aglomeracemi Tábor a Jindřichův Hradec. Intenzita provozu 701 vozidel za 24 hodin.
- III/00356 – silnice, která bude v budoucnu začleněna do systému dálničního přivaděče dálnice D3, vede přes průmyslovou zónu. Intenzita provozu není doložena, neboť na této komunikaci není sčítací místo. Lze předpokládat 2000 až 2500 vozidel za 24 hodin.

Posuzovaná křižovatka se nachází na severním okraji města Planá nad Lužnicí. Je čtyřramenná. Severní a jižní rameno tvoří silnice I/3, východní přeložka silnice II/409, západní rameno je pak příjezdem k čerpací stanici PHM a nákupnímu centru. Připojení místní komunikace na vjezdu na okružní křižovatku směrem od Tábora, připojující chatovou osadu, má minimální a zanedbatelnou intenzitu provozu. Ve vzdálenosti cca 300m za mimoúrovňovým křížením silnice II/409 s tratí ČD se nachází křižovatka se silnicí III/00356. Silnice III/00356 prochází průmyslovou zónou směrem od Sezimova Ústí II. Dál od této křižovatky je hustě obydlená část. Intenzita dopravního proudu od Chýnova přispívá k tvoření kongescí od této křižovatky. Tuto křižovatku vidím jako jeden z problémů, protože řidiči si myslí, že se vyhnou koloně aut, jedou přes Sezimovo Ústí II. a tvoří tak další kolonu aut od této křižovatky. Na této komunikaci se nachází přechody pro chodce, ale vzhledem k nízké intenzitě a beznehodovosti těchto přechodů je nezahrnuji do řešení. Ve vzdálenosti asi 800 m směrem na České Budějovice je další křižovatka, která také přispívá ke zhoršení dopravní situace. Po levé straně je slepá ulice, kde byl dřív úrovňový železniční přejezd a kudy vedla silnice II/409. Odbočuje sem i autobus MHD č.13 a je tu poměrně osídlená část města. Naproti tomu po pravé straně je most, kde se napojují silnice III/1376 a III/1359 směrem od Týna nad Vltavou a Bechyně, zde je intenzita dopravního proudu mnohem větší, než je odbočka do slepé ulice. Dalších 300 m dále po silnici I/3, v centrální části města, v prostoru před Městským úřadem, je křižovatka se světelně signalizačním zařízením. Přechod pro chodce je vybaven

tlačítka. Dobu průjezdu vozidel tedy neurčují počty vozidel, ale poptávka chodců. Chodci směřují na autobusovou zástavku. Zastavují zde autobusy MHD, meziměstské a dálkové linky osobní dopravy. Nachází se zde parkoviště a obchody.

1.1.2. Železniční infrastruktura

Popisovaným územím prochází železniční trať č. 220, která je zařazena do sítě evropských železničních magistral. Tato trať je součástí IV. železničního koridoru (Praha – Benešov – Tábor – České Budějovice – Horní Dvořiště – státní hranice). Trať je elektrifikovaná[5]. Nové mimoúrovňové křížení železniční trati bylo postaveno spolu s okružní křižovatkou a nahradilo bývalý úrovňový železniční přejezd, který byl situován v centru Plané nad Lužnicí. Toto stavebně technické řešení odstranilo kolizní místo na silnici II/409, tak na železniční trati.

1.1.3. Dopravní obslužnost

Regionální obslužnost je pro danou lokalitu velmi důležitá, kvůli kontaktu s okolním světem. Bez ní by město nemohlo existovat a rozvíjet se. Dopravní obslužnost je chápána jako zajištění přiměřené dopravy po všechny dny v týdnu z důvodu veřejného zájmu, především jako doprava do škol, do úřadů, k soudům, do zdravotnického zařízení poskytující základní zdravotní péči a do zaměstnání, včetně dopravy zpět[7]. Dopravní obsluha je hodnocena jako nedostatečná (převážně o víkendech), protože je pro rozpočet obce finančně náročná. Převážně linky jsou podmíněny provozem školních a předškolních zařízení a směnami v rozhodujících průmyslových podnicích. Dopravní obslužnost je zajištěna městskou hromadnou dopravou, autobusovou dopravou a železniční dopravou[5].

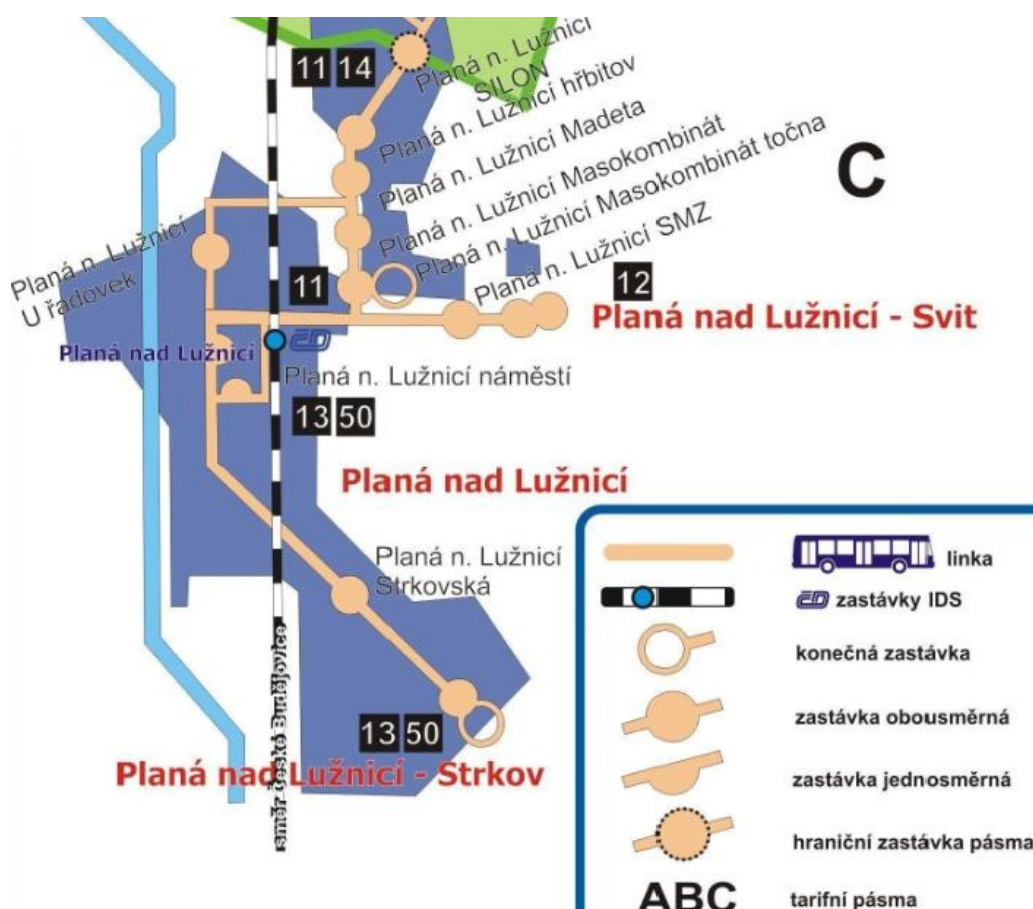
Autobusová doprava je zajištěna místními linkami (COMETT PLUS spol. s r.o.) a dálkovými linkami (COMETT PLUS spol. s r.o., Stanislav Kovařík – KODISP, ČSAD AUTOBUSY České Budějovice a.s., JH BUS s.r.o., ČSAD Jindřichův Hradec a.s., Veolia Transport Praha s.r.o., Okresní autobusová doprava Kolín s.r.o., ČSAD JIHOTRANS a.s.). Městská hromadná doprava je zajištěna firmou COMETT PLUS spol. s r.o. a to autobusy č. 13 a 50 (viz obrázek 1.2). Město spadá do tarifního pásma C. Ve špičce (asi od 16:00 do 17:00) projede průměrně městem 6 autobusů tam a 6 autobusů zpět.

Ve městě se nachází několik autobusových zastávek MHD:

- Planá nad Lužnicí hřbitov
- Planá nad Lužnicí Chýnovská
- Planá nad Lužnicí Madeta
- Planá nad Lužnicí Masokombinát točna
- Planá nad Lužnicí Masokombinát závod
- Planá nad Lužnicí náměstí
- Planá nad Lužnicí Silon a.s.
- Planá nad Lužnicí Strkov
- Planá nad Lužnicí Strkovská
- Planá nad Lužnicí Svit
- Planá nad Lužnicí U Řadovek

Pro účely posouzení okružní křižovatky na silnici I/3 a sčítání dopravy je stěžejní autobusová zastávka Planá nad Lužnicí náměstí, kde staví autobusy místních i dálkových linek a linky MHD. Lze přihlédnout i k autobusovým zastávkám MHD.

Obrázek 1.2 : Mapa autobusových zastávek v Plané nad Lužnicí[8]



Městem prochází několik linek autobusové dopravy:

1. Místní linky:

- 390 030 Tábor – Planá nad Lužnicí - Choustník
- 390 050 Tábor – Želeč – Hlavatce, Vyhnanice
- 390 080 Tábor – Tučapy – Deštná
- 390 150 Tábor – Želeč – Skrýchov u Malšic, Dudov
- 390 200 Tábor – Tučapy – Dírná
- 390 490 Soběslav – Košice – Tábor
- 395 013 Tábor, autobusové nádraží – Planá nad Lužnicí
- 395 050 Tábor, Klokoty točna – Planá nad Lužnicí

2. Dálkové linky:

- 133 101 Praha – Tábor – České Budějovice – Český Krumlov
- 133 570 Praha – Tábor – České Budějovice – Český Krumlov – Vyšší Brod
- 134 102 Praha – Tábor – Jindřichův Hradec
- 230 680 Kolín – Tábor – České Budějovice
- 320 002 České Budějovice – Tábor – Praha
- 330 111 Český Krumlov – České Budějovice – Tábor – Praha
- 340 001 Jindřichův Hradec – Tábor – Votice – Praha
- 340 002 Třeboň – Tábor – Votice – Praha
- 340 910 Jindřichův Hradec – Soběslav – Tábor – Votice – Praha
- 390 820 Tábor – Soběslav – České Budějovice

Všechny výše uvedené autobusové spoje projedou denně danou okružní křižovatkou oběma směry a některé z nich i několikrát během dne. Tím je ovlivněna skladba dopravního proudu, který má vliv na průjezdnost křižovatkou.

1.2. Dopravní průzkumy

Průzkumy v dopravě jsou nezbytným zdrojem dat pro dopravní plánování, projektování a modernizování pozemních komunikací. Pomocí dopravních průzkumů zjišťujeme obecně počty dopravních prostředků, chodců či cyklistů zatěžující svým provozem konkrétní pozemní komunikaci či dopravní plochy (intenzita provozu – za hodinu, den, týden a rok). Dále sledujeme jejich směr pohybu či důvod. V neposlední řadě nás zajímá složení dopravního proudu, kvalita provozu (časové ztráty, rychlosti, atd.)

a další související parametry[9]. Dopravní průzkumy lze rozdělit podle mnoha hledisek, s tím, že mnoho typů se navzájem prolíná[10].

- Podle druhu zkoumané dopravy:
 - Silniční automobilové
 - Hromadné
 - Cyklistické
 - Pěší
- Podle zjišťovaných charakteristik automobilové dopravy, MHD:
 - Průzkum intenzity
 - Směru
 - Na křižovatce
 - Na ploše města
 - Rychlosti
 - Na trasách a úsecích
 - Na křižovatce
 - Okamžité, jízdní a silniční
 - Speciální
 - Rozdělení časových mezer (odstupů)
 - Vstupních časů zdržení
 - Časů nástupů a výstupů z MHD
 - Hustoty
 - Kritických veličin
 - Hluku a exhalací
 - Speciálně požadované charakteristiky
- Podle způsobu jeho vykonávání:
 - Přímými průzkumy
 - Poloautomatickými
 - Automatickými
 - Ústním dotazem
 - Nepřímo
 - Písemným dotazem
 - Anketou

- Podle rozsahu zjišťování:
 - Celý soubor
 - Výběr ze souboru
- Podle počtu sčítacích stanovišť:
 - Bodový
 - Trasový
 - Kordónový
 - Plošný

Zjištěné skutečné počty vozidel se přepočítávají na fiktivní počty pomocí tzv. *jednotkových vozidel* (j.v. nebo jv). Jednotkové vozidlo je srovnávací početní jednotka, vyjadřující vliv různých druhů vozidel v dopravním proudu. Je reprezentováno průměrným osobním automobilem, na jehož jízdní vlastnosti a rozměry se ostatní vozidla přepočítávají pomocí *přepočtových koeficientů*. Na základě směrových dopravních průzkumů a průzkumů intenzit dopravních proudů sestavujeme do tabelární podoby, ale také vhodné grafické podoby, která je názornější (např. kartogram, pentlogram)[9].

1.2.1. Příprava a realizace vlastního křižovatkového průzkumu

Sčítání dopravy jsem začal provádět dne 11. 11. 2010 (čtvrtek) od 16:00 do 18:00 na okružní křižovatce v Plané nad Lužnicí pomocí ruční metody (sčítací listy) a pořízením filmového televizního záznamu (pomocí videokamery a následného zpracování pořízeného videozáznamu), kde jsem sledoval vjíždějící dopravní prostředky do křižovatky a z ní. Vzhledem k datu zadání DP nebylo možné provést tento ověřovací průzkum v doporučených měsících, skutečnost, že byl proveden v 11tém měsíci, jsem zohlednil díky přepočtovým koeficientům TP 189. Vlastnímu dopravnímu průzkumu musela předcházet pečlivá příprava, než se samotný průzkum mohl konat. V přípravě dopravního průzkumu jsem postupoval následovně[10]:

- a) Provedl jsem prohlídku dané lokality.
- b) Zvolil jsem vhodnou metodu průzkumu.
- c) Určil jsem polohy sčítacích stanovišť.
- d) Počty potřebných sčítacích listů (viz příloha A), pomůcek, atd.
- e) Potřebný počet sčítačů, který závisí na kvalitě a schopnosti zachytit za sledovanou dobu množství projetých dopravních prostředků.

Při realizaci vlastního průzkumu je důležité kontrolovat: správné odevzdání sčítacích formulářů, průběh vlastního průzkumu (vizuální kontakt se sčítači) a správnost záznamů sledovaných veličin, množství odevzdaných sčítacích listů, přítomnost všech sčítačů a pomocných zařízení na příslušném stanovišti, prvotní zpracování záznamů měření (5, 15, 30 a 60 minutové intervaly), prvotní přesnost průzkumu (vybrané archy = odevzdané archy)[10].

Sčítacím místem byla okružní křižovatka na silnici I/3 na 58,8km na vjezdu do Plané nad Lužnicí směrem od Tábora (viz obrázek 1.3 a 1.4). Jedná se o úroňovou okružní křižovatku s rameny A, B, C, D. Ramena jsou ve směru: A_Tábor → Soběslav, B_Soběslav → Tábor, C_Chýnov a Sezimovo Ústí II, D_čerpací stanice a nákupní středisko Penny. Dále se zde protínají pozemní komunikace a jedná se o silnici I. třídy č. 3 (současné s ní tudy prochází mezinárodní silnice E55), silnice II. třídy č. 409 a účelovou pozemní komunikaci vedoucí na parkoviště nákupního střediska a k čerpací stanici ONO. Byli zvoleni tři sčítači a jedna videokamera, jejich sčítací místa jsou znázorněna na obrázku 1.5.

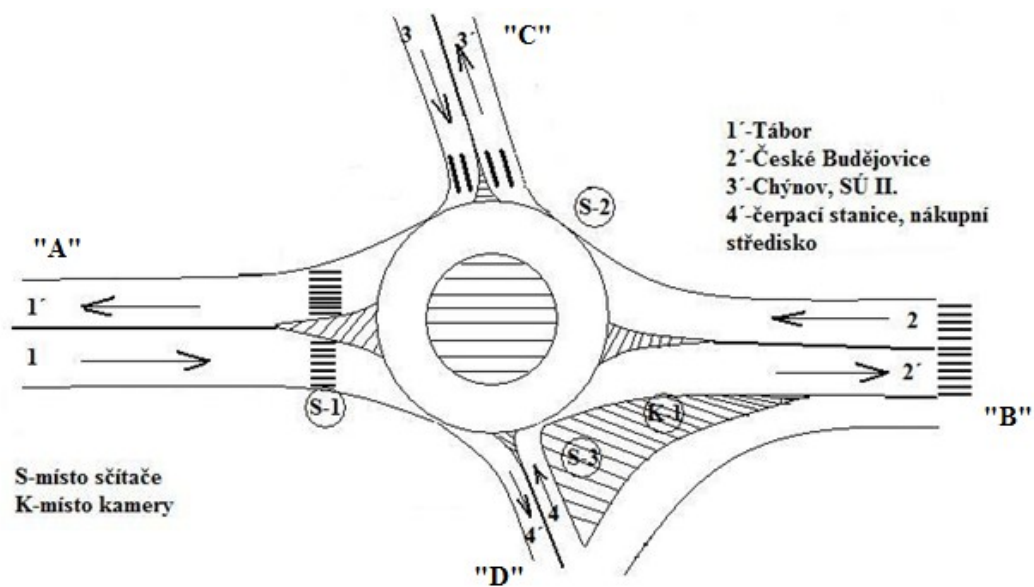
Obrázek 1.3 : Poloha provádění vlastního dopravního průzkumu[6]



Obrázek 1.4 : Fotografie okružní křižovatky



Obrázek 1.5 : Sčítací místa



Při sčítání jsem zjišťoval složení a intenzitu dopravního proudu (nákladní vozidla, jízdní soupravy, autobusy, cyklisti, osobní vozidla) pro jednotlivá ramena okružní křižovatky. Na křižovatce bylo zapotřebí 4 sčítačů. Byli jsme 3, a proto jsem na rameni C použil videokameru. Po provedení sčítání následovalo prvotní zpracování a to jsem pak využil pro stanovení RPDI a dalších veličin (viz kapitola 1.2.3.).

1.2.2. Dopravní průzkumy prováděny ŘSD a soukromou firmou

V roce 2005 bylo provedeno celostátní sčítání dopravy ŘSD na silniční a dálniční síti České republiky (viz příloha B[16]). Další dopravní směrový průzkum proběhl v červnu 2007 a byl proveden soukromou firmou MOTT MACDONALD Praha, spol. s r.o. Nás zajímá stanoviště celostátního sčítání číslo 2-0040 (viz příloha I). Směrové průzkumy proběhly ještě v době, kdy na daném místě žádná křižovatka neexistovala. U křižovatky bylo plánované zprovoznění do června 2008.

Směrový průzkum, který provedla firma MOTT°MACDONALD v roce 2007, proběhl na sčítacím stanovišti 2-0040, pro směr 1 (do Tábora) v úterý 12. června 2007 a pro směr 2 (do Plané nad Lužnicí) ve středu 13. června 2007. Sčítání probíhalo v době od 7:00 do 11:00 a od 15:00 do 17:00, v celkovém rozsahu 8 hodin. Výsledky sčítání jsou uvedeny v Tabulce 1.1 a dále následoval přepočít na RPDI (metodika přepočtu provedena dle TP 189).

Tabulka 1.1 : Složení dopravního proudu za celý průzkum[14]

Druh vozidla	Směr 1	Směr 2	Celkem
Nákladní	1001	1065	2066
přívěsy	51	55	106
Kamiony	344	388	732
návěsy	344	388	732
Autobusy	49	49	98
klouby	1	2	3
Traktory	3	7	10
vleky	1	1	2
Osobní	3264	3580	6844
vozíky	49	53	102
Těžká vozidla	1794	1955	3749
Osobní vozidla	3313	3633	6946
Vozidla celkem	5107	5588	10695

K porovnání výsledných hodnot dopravních průzkumů musím provést přepočet na RPDI. Postup výpočtu je totožný s postupem v kapitole 1.2.3. Nejdřív spočítám I_m z Tabulky 1.5. Pak vypočítám pro jednotlivé druhy vozidel I_d ($k_{m,d}$: pro O-1,89; pro N-1,85 a pro K-2,33). O- obsahuje vozidla a vozíky; N- nákladní vozidla, návěsy, autobusy, traktory, vleky; K- přívěsy, kamiony. Koeficienty jsou stanoveny odděleně pro druhy vozidel a charakter provozu na pozemních komunikacích (daný kategorií a třídou komunikace)[11].

Při kapacitním posuzování je nutno uvažovat s tím, že v jízdách kamionů jsou dle metodiky ŘSD ČR započteny zvlášť tahače a návěsy. Počet jízdních souprav je přibližně poloviční.

I_m :	<u>Směr 1</u>	<u>Směr 2</u>
<i>O</i>	3313	3633
<i>N</i>	1399	1512
<i>K</i>	395	443
<i>S</i>	5107	5588

I_d :	<u>Směr 1</u>	<u>Směr 2</u>
<i>O</i>	6 262	6 866
<i>N</i>	2 588	2 797
<i>K</i>	920	1 032
<i>S</i>	9 770	10 696

Pro I_t budu počítat s těmito koeficienty $k_{d,t}$: Pro směr 1 – O (1,06); N (0,81); K (0,79), pro směr 2 – O (1,005); N (0,8); K (0,79).

I_t :	<u>Směr 1</u>	<u>Směr 2</u>
<i>O</i>	6 661	6 901
<i>N</i>	2 109	2 254
<i>K</i>	728	821
<i>S</i>	9 498	9 975

Nyní vypočítám $RPDI_x$ pro jednotlivé druhy vozidel a výsledné RPDI bude součtem těchto výsledných hodnot. Počítám s těmito koeficienty $k_{t,RPDI}$ (O-0,93; N-0,91; K-0,93). Používám symboly T (součet N a K; znamená „těžká vozidla“), O (osobní vozidla), S (součet T a O).

RPDI_x:	<u>Směr 1</u>	<u>Směr 2</u>
<i>O</i>	6 179	6 402
<i>N</i>	1 930	2 062
<i>K</i>	676	762
<i>S</i>	8 785	9 226
RPDI:	18 010	
<i>T</i>	5 429	
<i>O</i>	12 581	

Při celostátním sčítání na silnici I/3 v roce 2005 byly zjištěny hodnoty intenzit dopravy uvedené v tabulce 1.2.

Tabulka 1.2 : Intenzita dopravy za rok 2005 na sčítacím úseku 2-0040[15] (CZ031)

č. silnice	sčítací úsek	T	O	M	S	začátek úseku	konec úseku
3	2-0040	4700	14088	103	18891	zaús.00349	Planá n.L.z.z.

Porovnání daných dopravních průzkumů s ověřovacím vlastním průzkumem provedu v kapitole 1.2.4. Hodnota RPDI v roce 2005 byla zjištěna 18 891 vozidel za den a v roce 2007 tato hodnota činila 18 010 vozidel za den.

1.2.3. Vyhodnocení a zpracování vlastního dopravního průzkumu

Prvotním vyhodnocením jsem dostal přehled o intenzitě dopravy jednotlivých dopravních prostředků na všech vjezdech do okružní křižovatky. Pro přehled uvádím výsledek ze sčítání pro jednotlivé směry a dopravní prostředky v tabulce 1.3. Dále jsem vyhotovil výsledky sčítání graficky, a to pro osobní a nákladní vozidla na obrázku 1.6, pro jednotková vozidla v tabulce 1.4 a na obrázku 1.7, pro cyklisty na obrázku 1.8. Pro přepočet na jednotková vozidla ze skutečných jsem musel použít přepočtové koeficienty pro jednotlivé dopravní prostředky. Pro osobní vozidla přepočtový koeficient 1, pro nákladní vozidla a autobusy 1,5, pro jízdní soupravy 2 a pro cyklisty 0,5. Vlastní dopravní průzkum byl zároveň průzkumem ověřovacím, své výsledky jsem následně srovnával s hodnotami získanými z uvedených průzkumů v letech 2005 a 2007.

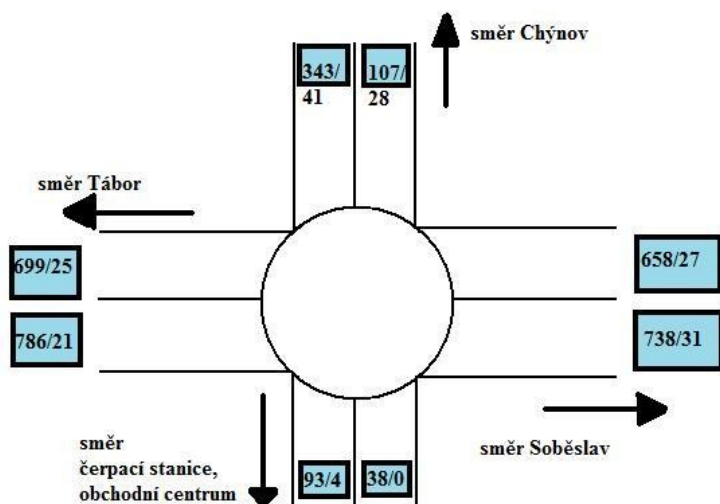
Tabulka 1.3 : Výsledky sčítání z vlastního dopravního průzkumu

		Směr							
Čas	Typ vozidla	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'
16:00 až 17:00	nákladní vozidla	20	27	42	38	61	35	1	7
	jízdní soupravy	60	56	59	54	14	11	0	0
	autobusy	0	3	4	7	5	3	0	0
	ostatní	5	2	4	2	2	2	0	1
	osobní vozidla	788	693	675	783	420	104	37	88
17:00 až 18:00	nákladní vozidla	22	22	11	23	22	20	0	1
	jízdní soupravy	57	40	51	60	6	4	0	0
	autobusy	2	2	4	5	4	3	0	0
	ostatní	4	3	1	0	6	4	1	1
	osobní vozidla	785	705	640	692	266	109	38	99
celkem od 16 do 17		873	781	784	884	502	155	38	96
celkem od 17 do 18		870	772	707	780	304	140	39	101
celkem za 2 hodiny		1743	1553	1491	1664	806	295	77	197

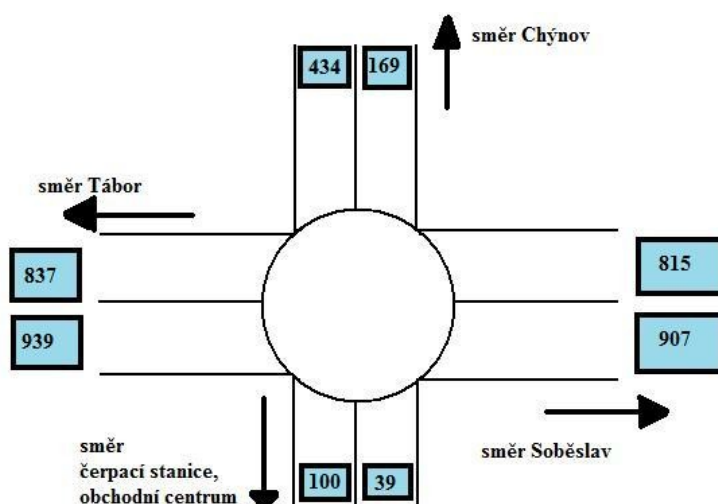
Tabulka 1.4 : Intenzita dopravního proudu pro jednotlivé směry a dopravní prostředky

	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'
průměry za 1 hodinu (voz/h):	872	777	746	832	403	148	39	99
nákladní vozidla	21	25	27	31	42	28	1	4
jízdní soupravy	59	48	55	57	10	8	0	0
autobusy	1	3	4	6	5	3	0	0
ostatní	5	3	3	1	4	3	1	1
osobní vozidla	787	699	658	738	343	107	38	94
celkem v jv/h	939	837	815	907	434	169	39	100

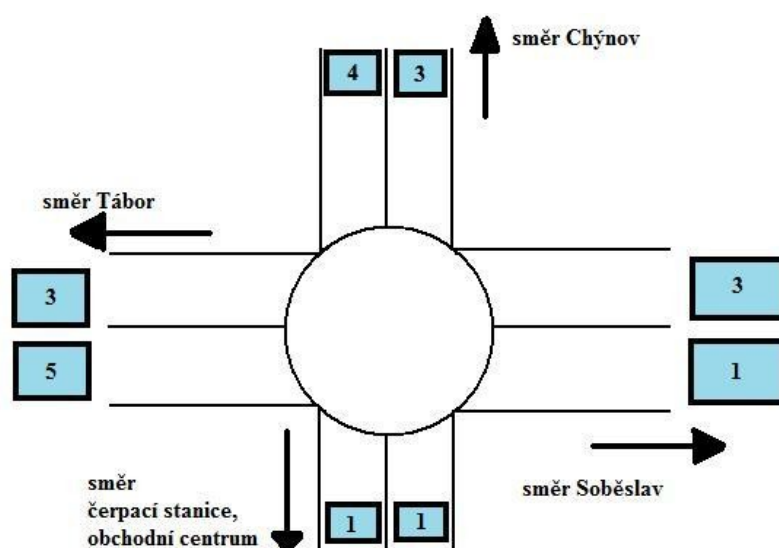
Obrázek 1.6 : Průměrná hodinová intenzita osobních a nákladních vozidel



Obrázek 1.7 : Průměrná hodinová intenzita jednotkových vozidel

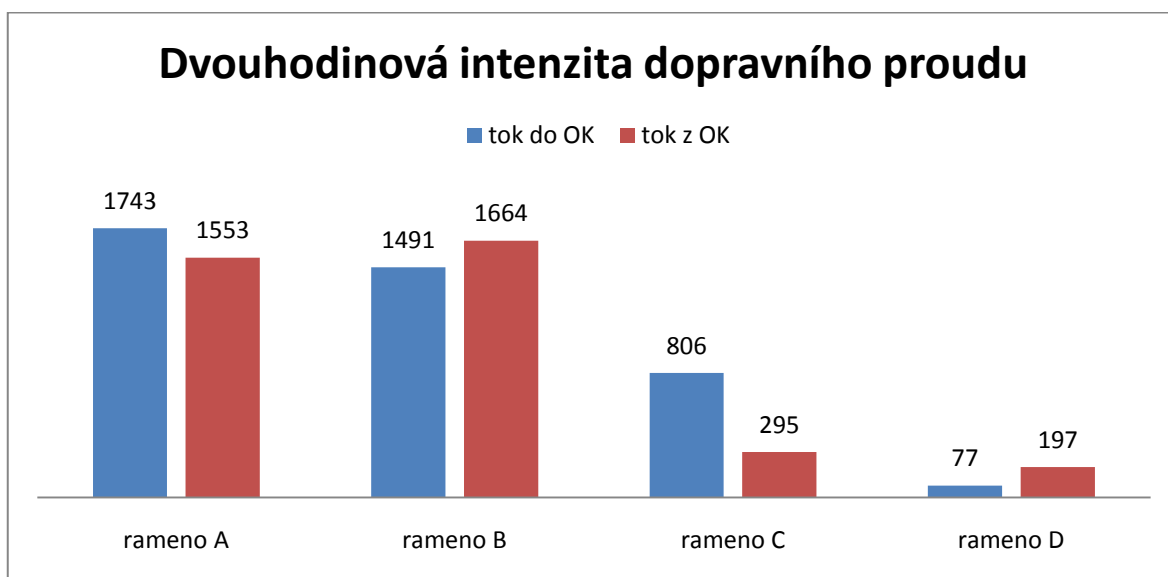


Obrázek 1.8 : Průměrná hodinová intenzita cyklistů

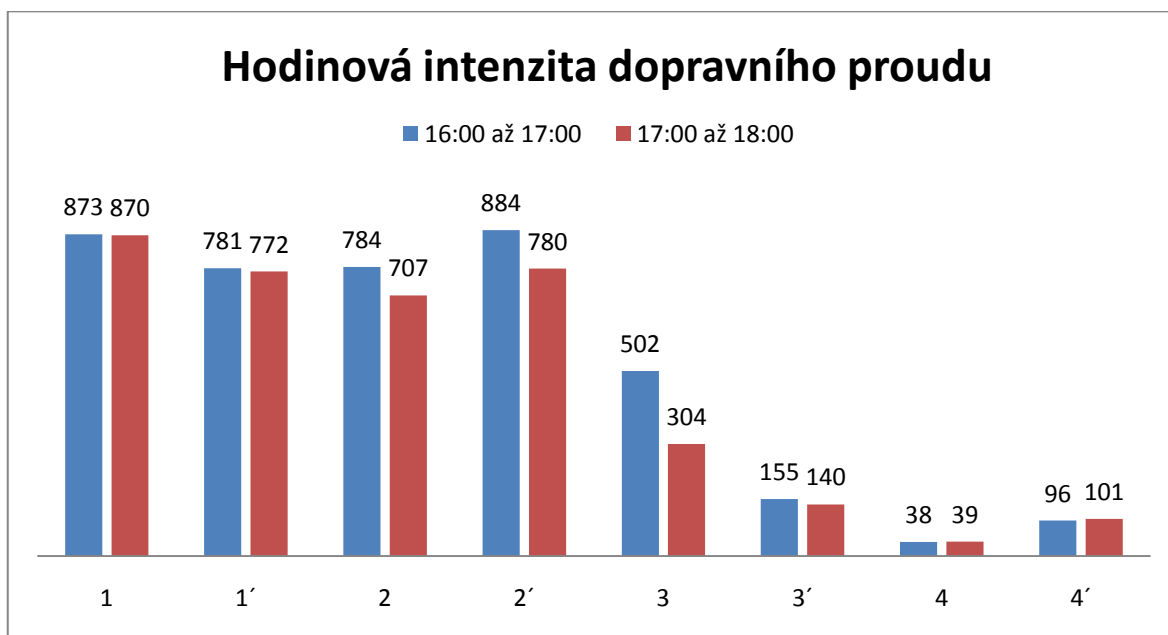


Pro lepší přehled jsem sčítací listy rozdělil do 5 minutových intervalů, pro případ, že by byla zvažována varianta řešení s instalací SSZ. Další výstupem jsou grafy: dvouhodinová intenzita dopravního proudu (graf 1.1), hodinová intenzita dopravního proudu (graf 1.2), pětiminutová intenzita dopravního proudu (graf 1.3).

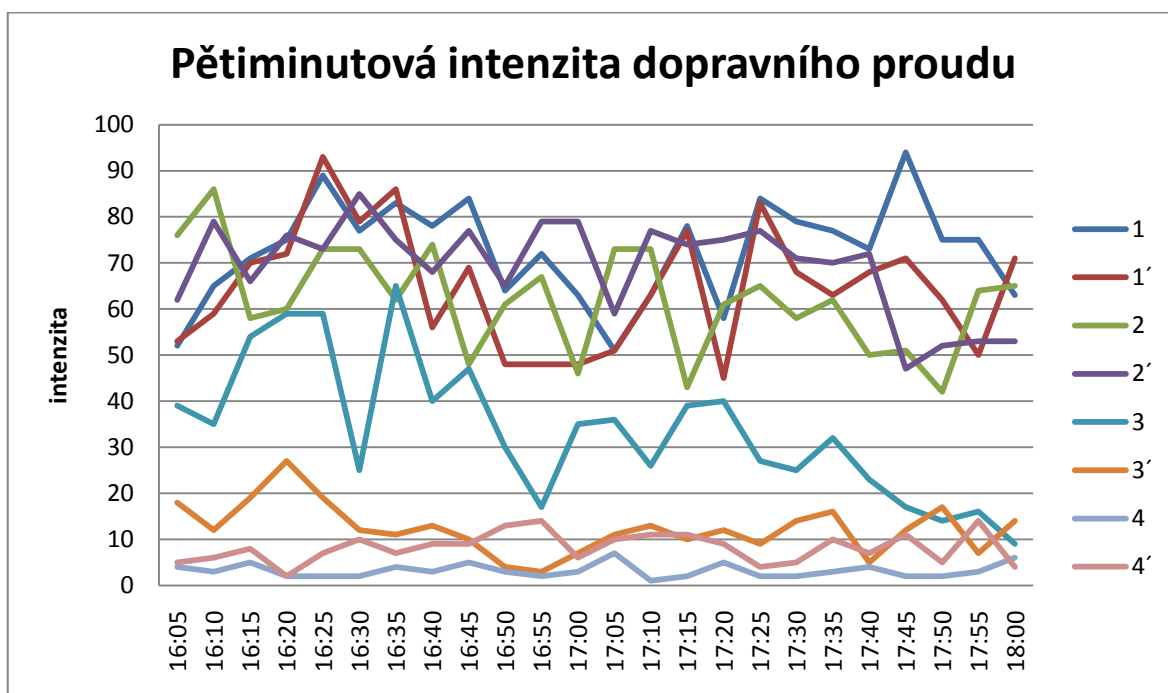
Graf 1.1



Graf 1.2



Graf 1.3



Výpočet RPDI jsem provedl dle metodiky TP 189 (Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích).

Metodika stanovení odhadu RPDI na základě krátkodobého průzkumu je založena na přepočtu intenzit dopravy zjištěné během krátkodobého dopravního průzkumu pomocí koeficientů charakterizující denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy[11].

Skupinou vozidel pro stanovení přepočtového koeficientu jsou[11]:

- Q** (motocykly a osobní vozidla),
- N** (nákladní vozidla a autobusy),
- K** (nákladní soupravy),
- S** (vozidla celkem).

Skupina komunikací podle charakteru provozu je[11]:

- D** (dálnice, silnice I. třídy – rychlostní silnice),
- E** (silnice I. třídy se statutem mezinárodní silnice „E“),
- I** (silnice I. třídy bez statutu „E“),
- II** (silnice II. a III. třídy),
- M** (místní a účelová komunikace),
- Z** (komunikace napojující parkoviště obchodních zařízení).

Výpočet se provádí odděleně pro každý druh vozidel v následujících krocích[11]:

1. Stanovení odhadu denní intenzity v den průzkumu.
2. Stanovení odhadu týdenního průměru denních intenzit.
3. Stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit.
4. Stanovení odhadu hodnoty RPDI z výsledku krátkodobého průzkumu se provede pro každý druh vozidla x : $RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI}$ (1)
5. Výsledná hodnota RPDI pro vozidla celkem se určí: $RPDI = \sum_x RPDI_x$ (2)

$$Ad1) I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (3)$$

I_d denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]

I_m intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]

$k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-]

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum p_i^d} \quad (4)$$

$\sum p_i^d$ je součet podílu hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]

$$Ad2) I_t = I_d \cdot k_{d,t} \quad (5)$$

I_t týdenní průměr denních intenzit [voz/den]

I_d denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]

$k_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy [-]

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} \quad (6)$$

p_i^t je podíl denní intenzity dopravy dne průzkumu i na týdenním průměru denních intenzit dopravy [%]

$$Ad3) RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI} \quad (7)$$

$RPDI$ roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]

I_t týdenní průměr denních intenzit dopravy v týdnu průzkumu [voz/den]

$k_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy týdne průzkumu na roční průměr denních intenzit dopravy [-]

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r} \quad (8)$$

p_i^r je podíl denní intenzity dopravy měsíce i v roce na ročním průměru denních intenzit dopravy [%]

Intenzitu dopravy jsem počítal pro jednotlivá ramena křižovatky zvlášť a výslednou intenzitou jsem dostal jejich součtem. Skupinu komunikací podle charakteru provozu jsem volil pro jednotlivá ramena následovně: pro rameno A – „E“, B – „I“, C – „II-S“, D – „M“. Výsledné RPD_I získám součtem jednotlivých RPD_{I_x} pro dané skupiny vozidel. Nejdřív spočítám I_m . To získám pro jednotlivá ramena křižovatky z výsledků vlastního dopravní průzkumu za dobu trvání dvou hodin (tabulka 1.5).

Tabulka 1.5 : Výsledné hodnoty I_m [voz/2h] na jednotlivých ramenech okružní křižovatky

Skupiny vozidel	Ramena křižovatky			
	A	B	C	D
<i>O</i>	2 971	2 790	899	262
<i>N</i>	98	134	153	9
<i>K</i>	213	224	35	0
<i>S</i>	3 282	3 148	1 087	271

Pak bude následovat I_d a budu potřebovat koeficienty $k_{m,d}$ skupin vozidel (ty získám z tabulek v TP 189). Koeficienty budou následující: pro rameno A \Rightarrow O (7,05), N (10,4), K (9,35); rameno B \Rightarrow O (7,21), N (11,18), K (9,75); rameno C \Rightarrow O (7,02), N (11,47), K (8,84); rameno D \Rightarrow O (7,36), N (9,92). Výsledné hodnoty jsou v tabulce 1.6.

Tabulka 1.6 : Výsledné hodnoty I_d [voz/den] na jednotlivých ramenech okružní křižovatky

Skupiny vozidel	Ramena křižovatky			
	A	B	C	D
<i>O</i>	20 946	20 116	6 311	1 928
<i>N</i>	1 019	1 498	1 755	89
<i>K</i>	1 992	2 184	309	0
<i>S</i>	23 956	23 798	8 375	2 018

Pak bude následovat I_t a budu potřebovat koeficienty $k_{d,t}$ skupin vozidel (ty získám z tabulek v TP 189). Koeficienty budou následující: pro rameno A \Rightarrow O (0,98), N (0,78), K (0,82); rameno B \Rightarrow O (0,96), N (0,8), K (0,76); rameno C \Rightarrow O (1), N (0,81), K (0,78); rameno D \Rightarrow O (0,9), N (0,78). Výsledné hodnoty jsou v tabulce 1.7.

Tabulka 1.7 : Výsledné hodnoty I_t [voz/den] na jednotlivých ramenech okružní křižovatky

Skupiny vozidel	Ramena křižovatky			
	A	B	C	D
<i>O</i>	20 527	19 311	6 311	1 735
<i>N</i>	795	1 198	1 421	70
<i>K</i>	1 633	1 660	241	0
<i>S</i>	22 955	22 170	7 974	1 805

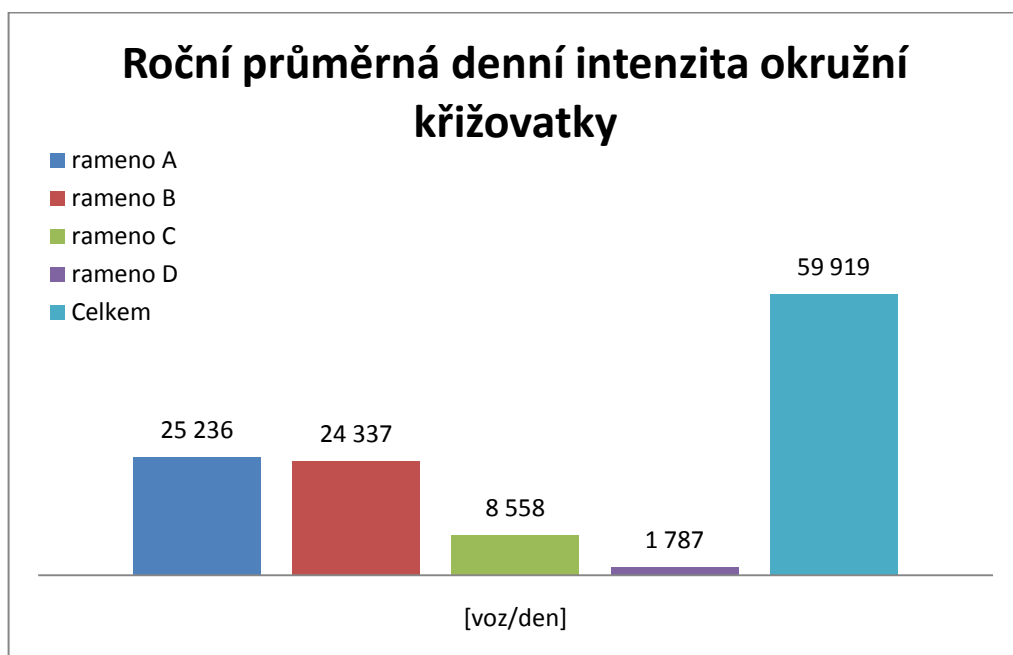
Na závěr výpočtu $RPDI_x$ budu potřebovat koeficienty $k_{t, RPDI}$ skupin vozidel (ty získám z tabulek v TP 189). Koeficienty budou následující: pro rameno A \Rightarrow O (1,11), N (1,05), K (0,99); rameno B \Rightarrow O (1,11), N (1,05), K (0,99); rameno C \Rightarrow O (1,09), N (1,01), K (1,01); rameno D \Rightarrow O (0,99), N (0,99). Výsledné hodnoty jsou v tabulce 1.8.

Tabulka 1.8 : Výsledné hodnoty $RPDI_x$ [voz/den] na jednotlivých ramenech křižovatky

Skupiny vozidel	Ramena křižovatky			
	A	B	C	D
<i>O</i>	22 785	21 436	6 879	1 718
<i>N</i>	835	1 258	1 436	69
<i>K</i>	1 617	1 643	244	0
<i>S</i>	25 236	24 337	8 558	1 787

Výsledné $RPDI$ po součtu $RPDI_x$ je pro těžká vozidla (T) 7 102 [voz/den], osobní vozidla (O) 52 817 [voz/den], celkové (S) 59 919 [voz/den]. Výsledky jsou dále znázorněny v grafu 1.4.

Graf 1.4



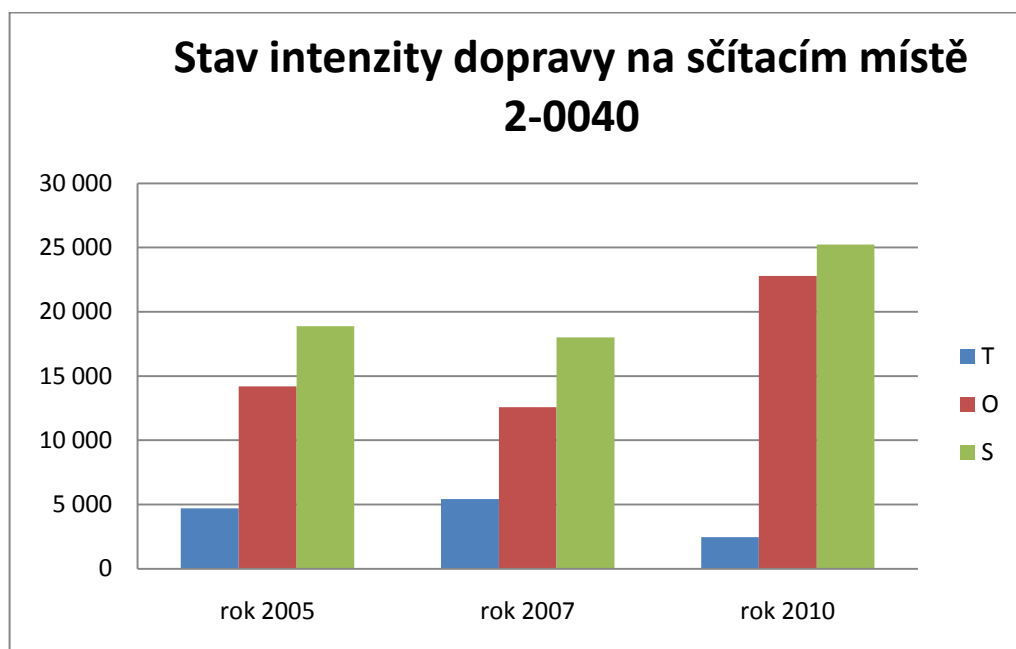
1.2.4. Porovnání hodnot RPDÍ dopravních průzkumů

Postupně jsem se dopočítal k výsledným hodnotám RPDÍ za roky 2005, 2007 a 2010 (viz. Tabulka 1.9). Hodnoty jsou znázorněny v grafu 1.5.

Tabulka 1.9 : Výsledné hodnoty RPDÍ (voz/den) na sčítacím místě 2-0040[14, 15]

Skupiny vozidel	Rok sčítání		
	<u>2005</u>	<u>2007</u>	<u>2010</u>
<i>T</i>	4 700	5 429	2 451
<i>O</i>	14 191	12 581	22 785
<i>S</i>	18 891	18 010	25 236

Graf 1.5



Jak je patrné z grafu, intenzita za rok 2007 se snížila téměř o 1 000 voz/den proti roku 2005. U těžkých vozidel se provoz mírně navýšil, ale osobní vozidla zaznamenala pravý opak, a to pokles téměř o 2 000 voz/den proti roku 2005. V roce 2010, kdy již byla v provozu nová okružní křižovatka, se provoz rapidně změnil oproti roku 2005 a 2007. Tento rok 2010 probíhalo celostátní sčítání, které se provádí v pětiletém intervalu. Vzal jsem v potaz jen rameno A okružní křižovatky, protože jen tak můžu porovnávat s ostatními roky, kdy tady okružní křižovatka ještě nestála. Intenzita dopravy se zvedla v průměru o 6 000 a 7 000 vozidel za den v tomto měřeném úseku. Je to zaviněno tím, že před dvěma roky byla doprava od Chýnova a Sezimova Ústí vedena přes jinou křižovatku, která byla situována v centru města. A toto je další možná příčina vzniku kolapsu dopravy vznikající ve špičkách.

1.3. Analýza dopravní nehodovosti

Dopravní nehodovost se velmi často koncentruje na určitá místa a úseky silniční sítě, kterou po splnění určitých kritérií můžeme nazvat „nehodovou lokalitou“. Z řady studií a průzkumů víme, že 30 až 40 % dopravních nehod se uskuteční na 3 % délky silniční sítě. Zlepšení situace dopravní nehodovosti na nehodových lokalitách je možné do určité míry dosáhnout i jednoduchými opatřeními. K úspěchu sanačních opatření je nezbytné provést podrobné poznání nehodového děje na konkrétní nehodové lokalitě [19].

Vznik dopravních nehod je ovlivněn spolupůsobením tří základních prvků (řidič, vozidlo, pozemní komunikace). Ze zkušeností při řešení dopravních nehod vyplývá, že komunikace je často spolupůsobícím faktorem. Utváření dopravního prostoru významně ovlivňuje chování řidiče, způsob jeho jízdy a ve svém důsledku spoluvytváří vznik konfliktních situací, které mohou vést k dopravní nehodě. Je rovněž zřejmé, že veškerá navržená opatření související s úpravou dopravního prostoru by měla současně i intenzivně působit na jednání účastníků silničního provozu a v podstatě jim neumožnit provádět chybná rozhodnutí. Při analýze příčin dopravních nehod je třeba zjistit, proč řidič chyboval a zda na jeho chybné rozhodnutí měla vliv pozemní komunikace. Nejčastějšími příčinami dopravních nehod je nepřiměřená rychlost, nesprávné předjíždění, nedání přednosti v jízdě a nesprávný způsob jízdy[25].

1.3.1. Nehodovost na okružní křižovatce v Plané nad Lužnicí

Dopravní nehodovost byla sledována od října 2006 až do konce roku 2010. Okružní křižovatka byla postavena v červnu 2008. Informace o dopravních nehodách jsem získal z databáze Policie České republiky a z projektu CDV v. v. i., INFO BESIP (ARGIS – systém GPS). Sledovanou oblastí je již zmiňovaná křižovatka v Plané nad Lužnicí, kterou křižují silnice 1, 2 a 3 třídy. Délka sledovaného úseku je 100 m na každém rameni křižovatky. Informací o dopravních nehodách je několik, vybral jsem jen parametry pro účely diplomové práce. Na obrázku 1.11 jsou znázorněny místa vzniku dopravních nehod pomocí červených teček, a ty jsou očíslované podle pořadových čísel v tabulce 1.9.

Obrázek 1.11 : Místa vzniku dopravních nehod [18]



Z pohledu pozemních komunikací se zkoumají místa vzniku dopravních nehod a hlediska technických faktorů. Pro analýzu jsem využil tabulkový editor MS EXCEL. Grafický přehled nehodovosti vychází z informací uvedených v tabulkách.

Tabulka 1.9 : Základní informace o dopravních nehodách na řešené lokalitě[18]

P. č.	Rok	Datum	Čas, den v týdnu	Druh zranění	Počet zúčastněných vozidel	Druh vozidla	Celková hmotná škoda (Kč)
1	2007	23.7.	8:20, Po	bez zranění	2	NA s přívěsem, OA	40 000
2	2007	16.12.	4:20, Ne	1 usmrcen, 2 těžce zranění	3	OA	255 000
3	2008	11.2.	7:40, Po	bez zranění	3	NA s návěsem, OA	75 000
4	2008	20.2.	15:30, Stře	bez zranění	2	NA, OA	20 000
5	2008	13.3.	13:30, Čtvrť	bez zranění	2	NA, OA	41 000
6	2008	19.5.	5:30, Po	bez zranění	1	NA	40 000
7	2008	12.8.	12:10, Út	bez zranění	3	OA	70 000
8	2008	28.9.	14:30, Ne	bez zranění	3	OA, autobus	33 000
9	2008	30.9.	3:30, Út	bez zranění	1	OA (řidič opustil MV)	65 000
10	2008	3.10.	25:60, Pá	bez zranění	1	OA	26 000
11	2008	24.10.	14:08, Pá	bez zranění	2	NA, OA	20 000

12	2008	13.11.	8:50, Čtvrť	bez zranění	1	NA	15 000
13	2009	1.5.	8:30, Pá	bez zranění	1	OA	25 000
14	2009	29.10.	14:40, Čtvrť	1 lehce zraněný	2	OA	20 000
15	2010	11.6.	19:30, Pá	1 lehce zraněný	2	řidič ujel	3 000
16	2010	24.7.	12:00, So	bez zranění	1	OA	11 000
17	2010	22.8.	17:50, Ne	1 lehce zraněný	1	malý motocykl (řidič nevlastnil ŘO)	200
18	2010	12.11.	20:20, Pá	bez zranění	2	řidič ujel	20 000

Tabulka 1.10 : Informace o vzniku dopravních nehod [18]

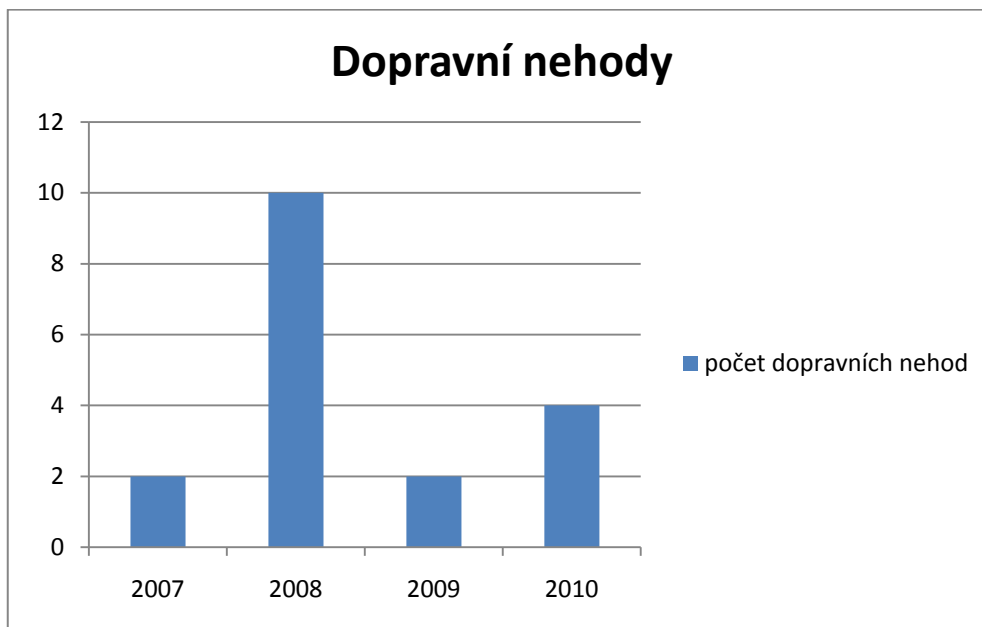
P. č.	Situování nehody	Druh srážky	Příčina nehody	Druh nehody	Stav povrchu vozovky	Místo nehody	Dopravní směr
1	na odbočovacím, připojovacím pruhu (místní komunikace)	z boku	při přejíždění z jednoho pruhu do druhého	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	na křižovatce	souhlasný se směrem úseku
2	na jízdním pruhu	zezadu	nedodržení bezpečné vzdálenosti vozidlem za	srážka s jedoucím MV (den)	mokrý	mimo křižovatku	opačný ke směru úseku
3	na jízdním pruhu	nejde o srážku MV	nepřípůsobení rychlosti dopravně tech. stavu vozovky	srážka s pevnou překážkou (noc, bez osvětlení)-zeď	suchý, neznečištěný	mimo křižovatku	souhlasný se směrem úseku
4	na jízdním pruhu	zezadu	nedodržení bezpečné vzdálenosti vozidlem za	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	mimo křižovatku	souhlasný se směrem úseku
5	na jízdním pruhu (výhled zakrytý stojícím vozidlem), místní komunikace	z boku	proti příkazu značky STUJ DEJ PŘEDNOST	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	na křižovatce	opačný ke směru úseku
6	na jízdním pruhu	nejde o srážku MV	vjetí na nebezpečnou krajnici	havárie (den)	mokrý	mimo křižovatku	opačný ke směru úseku
7	na jízdním pruhu (místní komunikace)	zezadu	nedodržení bezpečné vzdálenosti vozidlem za	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	na křižovatce	souhlasný se směrem úseku

8	na jízdním pruhu	zezadu	nedodržení bezpečné vzdálenosti vozidlem za	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	mimo křižovatku	opačný ke směru úseku
9	mimo komunikaci (účelová komunikace)	nejde o srážku MV	nepřízpůsobení rychlosti vlastnostem vozidla a nákladu (smyk)	srážka s pevnou překážkou (noc, bez osvětlení)-sloup	suchý, neznečištěný	na křižovatce	souhlasný se směrem úseku
10	mimo komunikaci (místní komunikace)	nejde o srážku MV	nepřízpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky (smyk)	srážka s pevnou překážkou (den)	suchý, neznečištěný	na křižovatce	souhlasný se směrem úseku
11	na jízdním pruhu	z boku	jiné nedání přednosti	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	mimo křižovatku	souhlasný se směrem úseku
12	na jízdním pruhu	nejde o srážku MV	chyba při udání směru jízdy	srážka s pevnou překážkou (den)	mokrý	mimo křižovatku	souhlasný se směrem úseku
13	na jízdním pruhu (účelová komunikace)	nejde o srážku MV	nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky (smyk)	srážka s pevnou překážkou (den)	bláto	na křižovatce	opačný ke směru úseku
14	na jízdním pruhu	zezadu	nedodržení bezpečné vzdálenosti vozidlem za	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	mimo křižovatku	souhlasný se směrem úseku
15	na jízdním pruhu (v blízkosti přechodu pro chodce-do 20m), silnice 2. třídy	z boku	vyhýbání bez dostatečné boční vůle	srážka s jedoucím MV (den)	suchý, neznečištěný	na křižovatce	žádný
16	na chodníku (obrubníku), (v blízkosti přechodu pro chodce-do 20m), silnice 2.třídy	nejde o srážku MV	nezvládnutí řízení vozidla	srážka s pevnou překážkou (den)	mokrý	na křižovatce	souhlasný se směrem úseku
17	na jízdním pruhu, silnice 1. třídy	nejde o srážku MV	řidič se plně nevěnoval vozidlu	jiný druh nehody (den)	suchý, neznečištěný	na křižovatce	souhlasný se směrem úseku

18	na jízdním pruhu, silnice 3. třídy	z boku	proti příkazu značky STÚJ DEJ PŘEDNOST	srážka s jedoucím MV (noc, s osvětlením)	suchý, neznečištěný	na křižovatce	žádný
----	---------------------------------------	--------	--	--	------------------------	---------------	-------

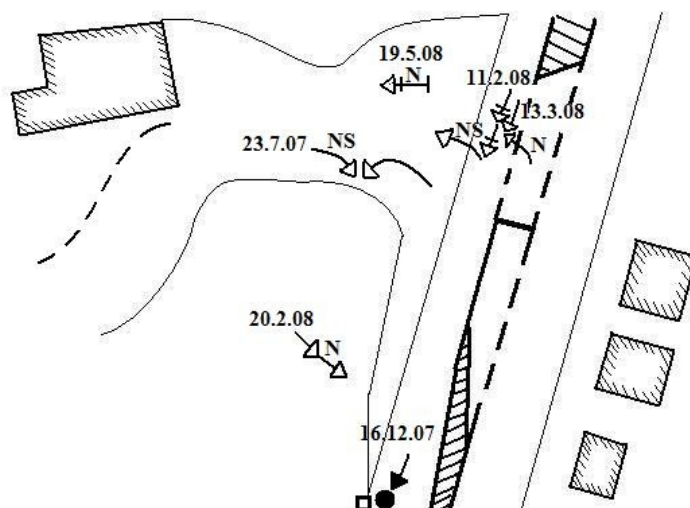
Vysoký nárůst nehod v roce 2008 byl zřejmě způsoben tím, že řidiči na novou okružní křižovatku nebyli zvyklí (viz graf 1.6). Celková hmotná škoda klesá v závislosti na závažnosti dopravní nehody. Je patrné, že pro daný úsek je okružní křižovatka velkým přínosem. Převážně docházelo ke srážce nekolejových motorových vozidel zezadu. Příčinami dopravních nehod bylo nedodržení bezpečné vzdálenosti, nepřizpůsobení rychlosti a nedodržování přednosti v jízdě. U druhu nehod převažovala srážka s nekolejovými vozidly. Ke konfliktním situacím docházelo spíše ve dne na suché nebo mokré vozovce, převážně na křižovatce se souhlasným směrem úseku.

Graf 1.6 : Přehled vzniku dopravních nehod za jednotlivé roky

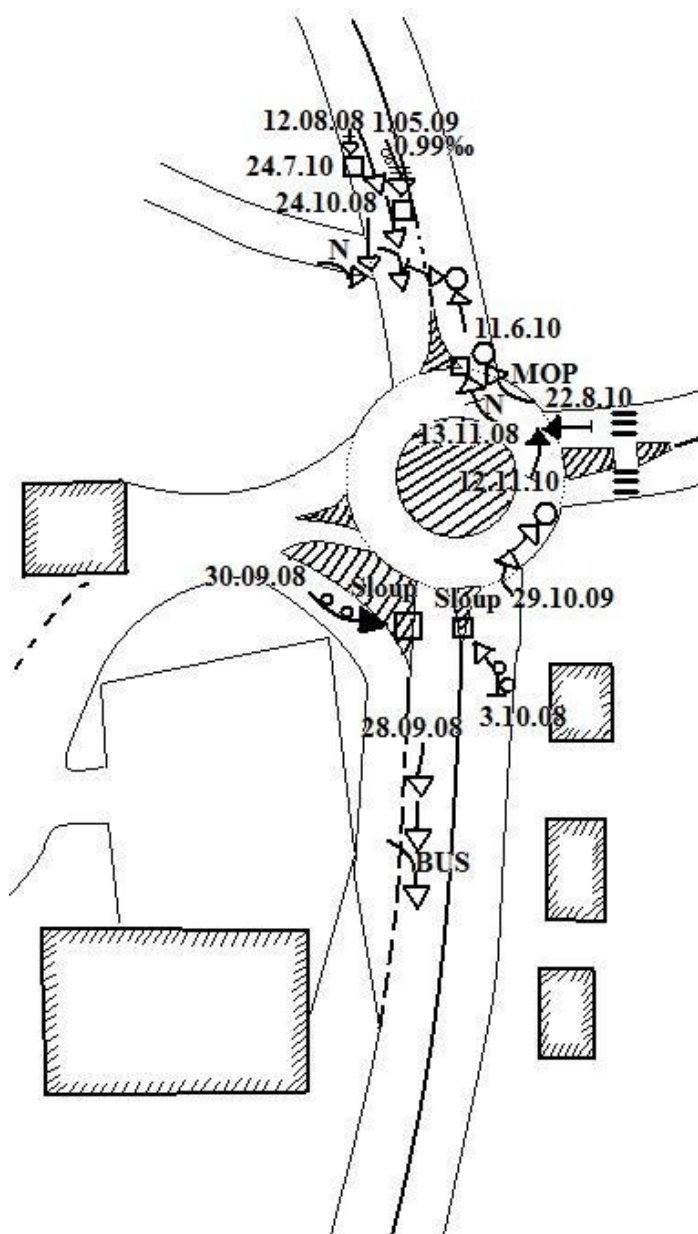


Dále je nutné brát v potaz, že od června 2008 byla nově vybudována okružní křižovatka, která změnila charakteristiku lokality, a tím došlo ke změně příčin i charakteru. Proto uvádím dva kolizní diagramy, jeden před červnem 2008 a druhý s již vybudovanou křižovatkou (obrázek 1.12 a 1.13).

Obrázek 1.12 : Kolizní diagram za období říjen 2006 až květen 2008



Obrázek 1.13 : Kolizní diagram za období červen 2008 až prosinec 2010



Stav za 20 měsíců před úpravou pozemní komunikace byl 6 dopravních nehod, převážně v úseku při odbočování z hlavní komunikace k čerpací stanici. Jednalo se o dopravní nehody s hmotnou škodu a jednou těžkou dopravní nehodou s následkem smrti. Situace za 31 měsíců po úpravě pozemní komunikace činila 12 dopravních nehod, převážně v blízkosti okružní křižovatky. Ve 3 případech došlo k lehkému zranění. U dalších dopravních nehod byla příčinou srážka s pevnou překážkou. Z kolizních diagramů je patrné, že před stavbou okružní křižovatky docházelo k dopravním nehodám při odbočování z hlavní komunikace směrem k čerpací stanici. Dále byl v lokalitě velký výskyt těžké techniky, která stavěla IV. železniční koridor a přeložku silnice II/409. Za již vybudované okružní křižovatky a jejím blízkém okolí docházelo k dopravním nehodám nejvíce první rok její existence z důvodu, že řidiči neuměli po ní jezdit a nebyli na ni zvyklí.

1.3.2. Ukazatele dopravní nehodovosti

Kromě existence vhodného typologického členění dopravních nehod je pro řešení nehodových lokalit nezbytná jejich definice (stanovení kritéria). Abych mohl tato kritéria konstruovat, musím mít definovány ukazatele dopravní nehodovosti [19].

Ukazatel relativní nehodovosti

Tento ukazatel je nejběžnějším pro hodnocení bezpečnosti (nebezpečnosti) určité komunikace. Vypovídá o četnosti výskytu nehody na určité komunikaci ve vztahu k jízdnímu výkonu.

$$R = \frac{N}{365 * I * L * t} * 10^6 [počoc_nehod / 1_mil.vozkm_a_rok] \quad (9)$$

N-celkový počet (osobních) nehod ve sledovaném období

I-průměrná denní intenzita provozu [voz./24 hod]

L-délka úseku [km]

t-sledované období [rok]

$$R_{pred} = [6 / (365 * 18\,000 * 0,2 * 20 / 12)] * 10^6 = 2,74$$

$$R_{po} = [12 / (365 * 24\,800 * 0,2 * 31 / 12)] * 10^6 = 2,56$$

Průměrnou denní intenzitu provozu jsem použil hodnotu z RPDÍ za rok 2007 pro stav před úpravou pozemní komunikace za období 20 měsíců. A RPDÍ za rok 2010 pro stav po úpravě pozemní komunikace za období 31 měsíců. Úsek je nevyhovující před i po úpravě křižovatky, protože alarmující stav začíná již na hodnotě 1,6.

Ukazatel hustoty nehod

Vztáhneme-li počet nehod jen na délku úseku, obdržíme ukazatel hustoty nehod. Tento ukazatel je orientační hodnotou pro úsekově chápané riziko nehodovosti na určité komunikaci.

$$H = \frac{N}{L * t} \text{ [počet nehod/1 km komunikace a rok]} \quad (10)$$

$$H_{\text{před}} = 6 / (0,2 * 20 / 12) = 18$$

$$H_{\text{po}} = 12 / (0,2 * 31 / 12) = 23,2$$

Závažnost následků nehod

Je konstruována jako součet následků každé nehody násobených koeficientů, zohledňujícím jejich „váhu“. Je hodnoceno „číslem závažnosti nehod (Z)“

Koeficienty podle Reinholda:

- Usmrcení člověka-130
- Těžké zranění-70
- Lehké zranění-5
- Hmotná škoda-1

$$Z = (130 * N_u) + (70 * N_{tz}) + (5 * N_{lz}) + (1 * N_{hs}) \text{ [-]} \quad (11)$$

$$Z_{\text{před}} = (130 * 1) + (70 * 0) + (5 * 0) + (1 * 5) = 135$$

$$Z_{\text{po}} = (130 * 0) + (70 * 0) + (5 * 3) + (1 * 11) = 26$$

Střední závažnost nehod

Střední závažnost nehod se zjišťuje jako podíl čísla závažnosti nehod a celkového počtu nehod.

$$U_{\text{stř}} = Z / \text{počet sledovaných nehod} \text{ [-]} \quad (12)$$

$$U_{\text{stř(před)}} = 135 / 6 = 22,5$$

$$U_{\text{stř(po)}} = 26 / 12 = 2,16$$

Relativní stupeň nebezpečnosti

Ke zjištění relativního stupně nebezpečnosti se číslo závažnosti nehod dává do poměru k intenzitě dopravy (závažnost nehod na 1 milion vozidel).

$$G=(U_g \cdot 10^6 / 365 \cdot I) \quad (13)$$

$$G_{\text{před}} = 22,5 \cdot 10^6 / 365 \cdot 18\,000 = \underline{3,42}$$

$$G_{\text{po}} = 2,16 \cdot 10^6 / 365 \cdot 24\,800 = \underline{0,24}$$

Stanovení pořadí naléhavosti

Hodnotí se „Relativním koeficientem (R_K)“. Jedná se o experimentálně zjištěný matematicky vyjádření vztah.

$$R_K = (\text{počet osobních nehod} / (0,5 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot I)) = 18 / 2,236 = \underline{8,05} \rightarrow \text{Priorita 2} \quad (14)$$

2. Výpočet kapacity křižovatky

Výpočet je podle ČSN 73 6102 a TP 188 shodný, proto budu dále postupovat v duchu obou předpisů. Dalším předpisem, který se přímo zabývá okružní křižovatkou je TP 135. K získání potřebných hodnot bude využito tabulkového editoru MS EXCEL.

2.1. Výpočet kapacity podle ČSN 73 6102

Kapacita křižovatky je podmíněna v každém střetném bodu křižovatky, ve kterém dochází k přetínání, spojení nebo rozpojení dopravních proudů. Výhledové intenzity dopravního proudu na křižovatkách nesmějí překročit úrovnové intenzity nebo kapacitu odpovídající typu a prostorovému uspořádání křižovatky pro požadovanou úroveň kvality dopravy. Výhledové intenzity (prognóza) dle TP 189 se budou řešit až v kapitole „Návrh variantního řešení“, zda návrh okružní křižovatky kapacitně vyhovuje[22, 23].

Celková kapacita křižovatky je dána počtem vozidel, která mohou projet křižovatkou za určitý časový interval. Kapacita jednotlivých podřazených proudů na neřízené křižovatce je podmíněna počtem časoprostorových mezer mezi vozidly jízdního proudu s předností v jízdě, přijatelných pro začlenění nebo křižování vozidel podřazeného proudu tak, aby jejich jízdní úkony mohly být provedeny plynule, bezpečně a bez zbytečných časových ztrát. Zohlednění skladby dopravních proudů se při kapacitním výpočtu provede

přenásobením doporučenými přepočtovými koeficienty pro okružní křižovatky (viz tabulka 2.1).

Tabulka 2.1 : Přepočtové koeficienty pro okružní křižovatku[22]

Osobní vozidla	Nákladní vozidla	Nákladní soupravy	Cyklisti	Motocykly
1	2	3	0,5	0,8

Při navrhování úrovnových neřízených křižovatek se výpočet kapacity jednotlivých dopravních proudů n - tého řádu pro konkrétní podmínky se uplatní hodnoty kritických časových odstupů t_g a hodnoty následných časových odstupů t_f . Pro posouzení je určující úroveň kvality dopravy odvozené z vypočtené rezervy kapacity a následně odvozené střední doby zdržení.

Kapacitní výpočet má tyto základní úrovně:

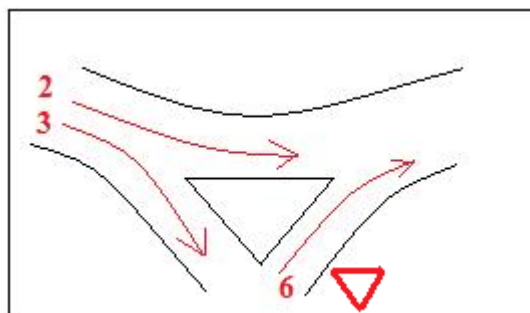
1. Stanovení základní kapacity G_n podřazených dopravních proudů vyjadřující teoretickou maximální možnou kapacitu.
2. Výpočet skutečné hodnoty kapacity dopravního proudu C_n , která závisí na pravděpodobnosti p_0 nevzdutí nadřazených dopravních proudů.

Okružní křižovatka je z hlediska kapacity uvažována jako soustava stykových křižovatek jednosměrných komunikací. Kapacita okružních křižovatek je dána kapacitami jednotlivých podřazených proudů. Kapacita dopravního proudu na vjezdu do OK přetavuje maximální možnou intenzitu dopravního proudu, která je dosažitelná při využívání časových odstupů v dopravním proudu na okružním pásu.

Tabulka 2.2 : Charakteristika dopravních proudů[22]

Dopravní proud	Charakteristika	Křižovatka styková
1. stupeň	nadřazenost	2, 3
2. stupeň	jednoduchá podřazenost proudu 1. stupně	6

Obrázek 2.1 : Dopravní proudy pro stykovou (okružní) křižovatku dle ČSN 73 6102



Vycházím z hodnot naměřených při dopravním průzkumu (voz/h), které se potom přepočítávají na jednotková vozidla (jv/h) pro zohlednění skladby dopravního proudu a další početní operace. Dopravní proudy vyznačeny na obrázku 2.1 jsou dále využívány pod stejným označením.

Tabulka 2.3 : Hodnoty intenzit získané z dopravního průzkumu

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Osobní vozidla (voz/h)	Nákladní vozidla (voz/h)	Nákladní soupravy (voz/h)	Cyklisti (voz/h)	Vozidel celkem (voz/h)	Zohledněná skladba (jv/h)
A	2					221	
	3	699	28	48	3	778	
	6	787	22	59	5	873	1011
B	2					202	
	3	738	37	57	1	833	
	6	658	31	55	3	747	887
C	2					595	
	3	107	31	8	3	354	
	6	343	47	10	4	404	469
D	2					995	
	3	94	4	0	1	99	
	6	38	1	0	1	40	41

Součet intenzit nadřazených dopravních proudů (I_H) na stykové křižovatce pro podřazený proud odbočení doprava z vedlejší (6) je $I_2 + 0,5 \cdot I_3$. Tento vťah uvádím kvůli výpočtu intenzity nadřazeného dopravního proudu (I_H). Při kapacitním posouzení neřízené křižovatky se základní kapacita G n -tého proudu stanoví podle vzorce[22]:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} * e^{-\frac{I_H}{3600} * \left(t_g - \frac{t_f}{2}\right)} \quad (15)$$

G_n → základní kapacita dopravního proudu n v jednotkových vozidlech (jv/h),

I_H → rozhodující intenzita nadřazených proudů bez zohlednění skladby dopravy (voz/h)

t_g → kritický časový odstup (s)

t_f → následný časový odstup (s)

Kapacita dopravních proudů C_n druhého stupně pro vozidla odbočující vpravo z vedlejší komunikace se rovná základní kapacitě G_n .

Pro posouzení kapacity křižovatkových proudů jsem použil kritické časové odstupy t_g a následné časové odstupy t_f . Časové odstupy se používají pro výpočet základní kapacity G_n vyjádřené v jednotkových vozidlech jv. Hodnota t_g se stanovuje v závislosti na rychlosti

na hlavní komunikaci podle příslušné funkce. Pro t_g je hodnota 3,94s ($2,8+0,038*v$), při rychlosti 30 km/h. Hodnota t_f je 3,1s; při přednosti v jízdě upravena dopravní značkou P4 (Dej přednost v jízdě). Vypočtené hodnoty pro I_H a G_n jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 2.4 : Tabulka hodnot

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Intenzita dopravního proudu: I_n (jv/h)	Příslušný nadřazený proud: I_H (voz/h), (skutečných vozidel)	Základní kapacita G_n (jv/h)
A	6	1011	610	775
B	6	887	619	770
C	6	469	772	696
D	6	41	1045	580

Posouzení úrovně kvality dopravy okružní křižovatky

Kritériem kvality dopravy na úroňových neřízených křižovatkách je střední doba zdržení proudů na vjezdu do křižovatky[22, 23]. Střední dobu zdržení lze určit na základě teorie front v závislosti na kapacitní rezervě Rez (jv/h) a kapacitě dopravních proudů na vjezdu do křižovatky C_n (jv/h). Rezerva kapacity se vypočítá ze vztahu: $C_n - I_n$; kde I_n (jv/h) je návrhová intenzita proudu na vjezdu do křižovatky. Příslušný stupeň kvality dopravy v rozmezí A – F se stanoví v závislosti na délce střední doby zdržení proudů na vjezdech do křižovatky.

Délky fronty proudů na vjezdu do křižovatky se dimenzuje na 95% délky fronty[22]. Délka fronty proudů na vjezdu do neřízené křižovatky se určí na základě stupně vytížení a_v a hodnoty kapacity C_n (tabulka 2.5).

Stupeň vytížení a_v pro jednotlivá ramena křižovatky se vypočítají ze vztahu[22]:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} [-] \quad (16)$$

$a_v \rightarrow$ stupeň vytížení [-]

$I_n \rightarrow$ intenzita dopravního proudu [jv/h]

$C_n \rightarrow$ kapacita [jv/h]

$$a_{vA}=1011/775=1,3$$

$$a_{vB}=887/770=1,15$$

$$a_{vC}=469/696=0,67$$

$$a_{vD}=41/580=0,07$$

Tabulka 2.5 : Tabulka hodnot

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Kapacita C_n (jv/h)	Stupeň a_v (-) vytížení
A	6	775	1,30
B	6	770	1,15
C	6	696	0,67
D	6	580	0,07

Průměrná délka fronty N_{95} je dána vtahem[22]:

$$N_{95} = \frac{3}{2} * C_n * \left(a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 * \frac{8 * a_v}{C_n}} \right) \text{ [m]} \quad (17)$$

$N_{95} \rightarrow$ průměrná délka fronty [m]

$C_n \rightarrow$ kapacita [jv/h]

$a_v \rightarrow$ stupeň vytížení [-]

Pro hodnoty střední doby zdržení t_w vyšší než 45 s je charakteristiky vysoký stupeň vytížení a_v . Hodnota t_w je pro tento stav vysoce citlivá v závislosti na kapacitě a její rezervě.

Střední doba zdržení t_w se vypočítá podle vztahu[23]:

$$t_w = D_1 + E + \frac{1}{\mu} \quad (18)$$

$$D_1 = \frac{1}{2} * \left(\sqrt{F^2 + G} - F \right) \quad (19)$$

$$F = \frac{1}{\mu_0 - q_0} * \left[\frac{T}{2} * (\mu - q) * y + \left(y - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{\mu} \right) \right] + E \quad (20)$$

$$G = \frac{2 * T * y}{\mu_0 - q_0} * \left[\frac{q}{\mu} - (\mu - q) * E \right] \quad (21)$$

$$E = \frac{q_0}{\mu_0 * (\mu_0 - q_0)} \quad (22)$$

$$y = 1 - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{q} \quad (23)$$

$t_w \rightarrow$ střední doba zdržení v intervalu T (s)

T \rightarrow doba trvání požadovaného intervalu (s), T=3600s

μ →kapacita pruhu podřazeného dopravnímu proudu v uvažovaném intervalu (jv/h),

$$\mu = \frac{C_n}{T} \quad (24)$$

q →intenzita podřazeného dopravního proudu (jv/h), $q = \frac{I_n}{T}$ (25)

μ_0 →kapacita v čase po špičkovém intervalu (jv/h), $\mu_0 = \frac{1600}{T}$ (26)

q_0 →intenzita podřazeného dopravního proudu po špičkovém intervalu (jv/h)

Z uvedených vztahů výpočtu t_w postupně získám potřebné hodnoty pro posouzení úrovně kvality dopravy jednotlivých paprsků okružní křižovatky (tabulka 2.7). Pro ramena A a B je požadována ÚKD „C“, to znamená, že střední doba zdržení nesmí trvat déle než 30 sekund. Pro rameno C je požadována ÚKD „D“, střední doba zdržení nesmí trvat déle než 45 sekund. Pro rameno D je požadována ÚKD „E“, střední doba zdržení může přesáhnout 45 sekund[23].

Tabulka 2.6 : Tabulka hodnot použitých při výpočtu střední doby zdržení

Ram.	Dopr. proud	μ	μ_0	q	q_0	T	y	E	G	F	D _I
A	6	0,22	0,44	0,28	1,25	3600,00	-2,64	-3,49	25349,56	-380,39	396,38
B	6	0,21	0,44	0,25	0,97	3600,00	-1,99	-4,16	27881,17	-215,27	243,85
C	6	0,19	0,44	0,13	0,67	3600,00	-2,19	-6,75	77948,97	1128,75	17,01
D	6	0,16	0,44	0,01	0,10	3600,00	17,28	0,65	-10192,42	13602,40	-0,19

Tabulka 2.7 : Tabulka výsledných hodnot

Paprsek křižovatky	Dopravní proud	Rezerva kapacity: Rez (jv/h)	Délka fronty: N _{95%} (m)	Střední doba zdržení: t_w (s)	Úroveň kvality dopravy: UKD (-)
A	6	-236	777,92	398	F
B	6	-116	454,24	244	F
C	6	227	35,41	15	B
D	6	540	1,35	7	A

Z vypočítaných hodnot v tabulce je zcela evidentní, že propustnost okružní křižovatky z pohledu ÚKD a tvořících se délek front nevyhovuje. Propustnost křižovatky je vždy posuzována podle nejvytíženějšího ramene, v našem případě je to rameno A a má ÚKD „F“.

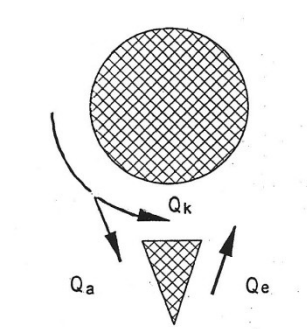
2.2. Výpočet kapacity podle TP 135

Výpočet podle TP 135 je dalším možným způsobem zjištění kapacity na křižovatce. Jedná se o předpis, který se již přímo zabývá okružními křižovatkami, proto hodnoty získané podle této metody budou prioritní. S ostatními způsoby výpočtů je budu pouze porovnávat.

Výpočet se provádí tehdy, překročí-li intenzita dopravy na křižovatce zjištěná součtem všech vozidel vjíždějících do křižovatky hodnotu více než 18 000 voz/24h. Podle vypočítaného RPDI víme, že hodnota přesáhla požadovanou dolní mez, proto má smysl ve výpočtech dál pokračovat[24].

Výpočet jsem provedl na základě získaných výsledků z vlastního dopravního průzkumu pro ověření kapacity okružní křižovatky v daný moment. Pro co nejdůvěryhodnější porovnání výsledků všech metod výpočtů budu používat jednotné přepočtové koeficienty z ČSN 736102. Potřebné hodnoty opět vypočítám pomocí tabulkového editoru MS ECXEL. Zatížení dopravních proudů pro jednotlivé vjezdy jsou určovány následujícími hodnotami na každém paprsku okružní křižovatky (obrázek 2.2).

Obrázek 2.2 : Intenzity okružní křižovatky[24]



Q_e → intenzita vozidel na vjezdu (jv/h)

Q_a → intenzita vozidel na výjezdu (jv/h)

Q_k → intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím posuzovaným vjezdem (jv/h)

Kapacita vjezdu okružní křižovatky o vnějším průměru D (34) < 50 m se stykovým napojením jednopruhového vjezdu na jednopruhový okružní jízdní pás je určena následujícím vztahem.

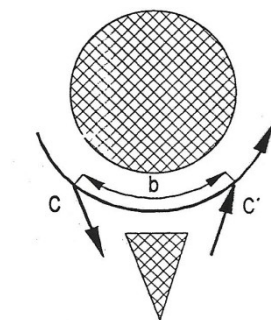
$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} * (Q_k + \alpha * Q_a) \quad (27)$$

$L_e \rightarrow$ maximální hodnota kapacity jednoho vjezdu (jv/h)

$\alpha \rightarrow$ faktor [-]

Vzájemná vzdálenost vjezdu a výjezdu na jednom paprsku křižovatky je dána faktorem α . Prostřednictvím faktoru α jsou zohledňovány geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti b mezi dvěma kolizními body C a C' (obrázek 2.3).

Obrázek 2.3 : Vzdálenost kolizních bodů[24]



Vzdálenost b zjistím z výkresové dokumentace okružní křižovatky, a pak přepočítám pomocí jednoduchého vzorce.

$$b_{rameno} = \frac{\pi * r * \alpha_{rameno}}{180^\circ} \quad (28)$$

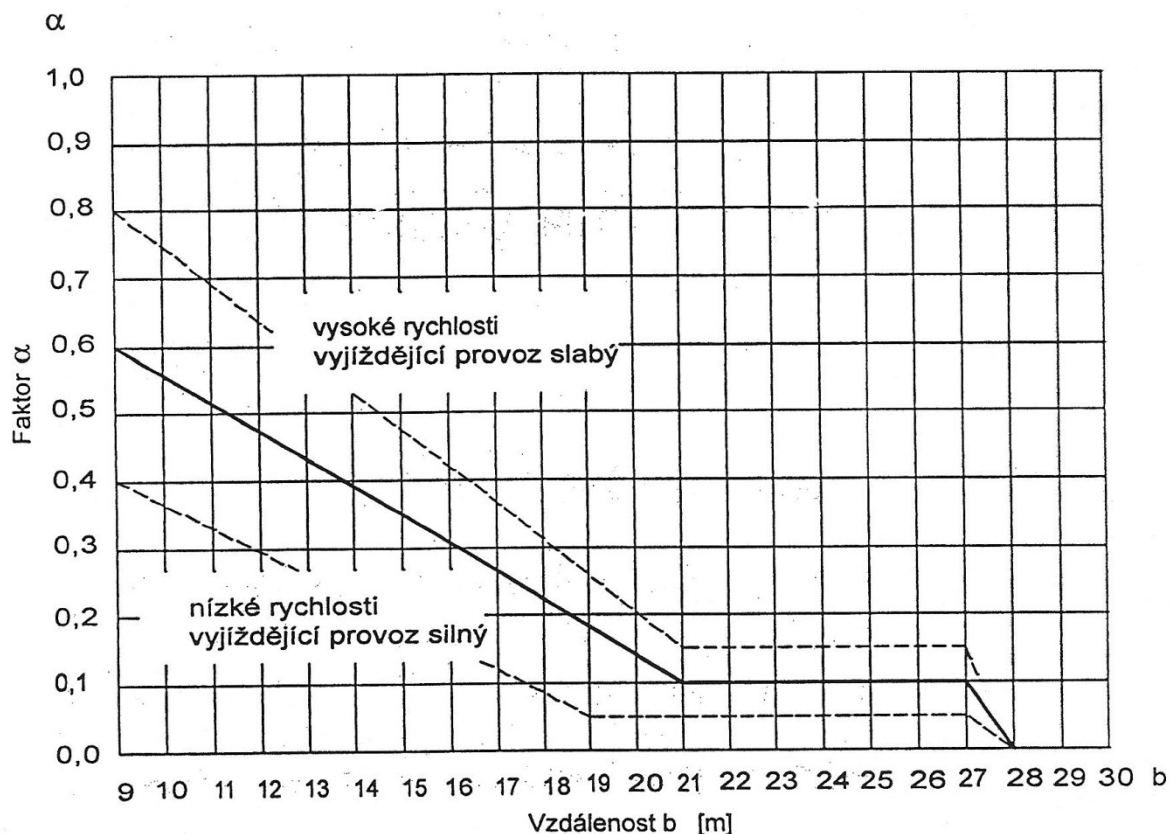
$r \rightarrow$ poloměr okružní křižovatky [m]: $r=13,75\text{m}$

$\alpha \rightarrow$ úhel výseče [$^\circ$]: $\alpha_A=45^\circ$; $\alpha_B=51^\circ$; $\alpha_C=49^\circ$; $\alpha_D=35^\circ$

$b \rightarrow$ délka oblouku [m]: $b_A=10,8\text{m}$; $b_B=12,24\text{m}$; $b_C=11,76\text{m}$; $b_D=8,5\text{m}$

Odečtením z grafu určím faktor α (graf 2.1). Velikost faktoru α se bude snižovat se zvyšující se hodnotou vzdáleností kolizních bodů (b) a se snižující se rychlostí, tím se současně také zvyšuje kapacita vjezdu.

Graf 2.1 : Faktor α [24]



Snížení kapacity okružní křižovatky vlivem provozu chodců po přechodech se zanedbává s ohledem na skutečnost, že výpočet je v časové jednotce jedné hodiny s dostatečnou kapacitní rezervou a v případě vyššího dopravního zatížení na vjezdu mají vyjíždějící vozidla prodlevy, kterých využijí chodci pro přechod.

Přepočtené intenzity z dopravního průzkumu a vzdálenosti kolizních bodů s faktorem α jsou uvedeny v tabulce 2.8.

Tabulka 2.8 : Hodnoty intenzit přepočtené na jv/h

Hodnoty	Vjezd A	Vjezd B	Vjezd C	Vjezd D
Q_e (jv/h)	1008	885	467	40
Q_a (jv/h)	899	983	416	102
Q_k (jv/h)	259	222	691	1165
b (m)	10,8	12,24	11,76	8,4
α	0,52	0,47	0,48	0,62

Stupeň vytížení okružní křižovatky ALG_e se vypočítá podle vztahu [24]:

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} * 100 \quad [\%] \quad (29)$$

Střední čekací doba t_w se vypočítá podobně, jako v TP 188, proto použijí hodnoty z předchozí metody. Další možný způsob zjištění je pomocí grafu, v závislosti na rezervě kapacity R a kapacity vjezdu L_e .

Rezerva kapacity R se určí ze vztahu[24]:

$$R = L_e - Q_e \text{ [jv/h]} \quad (30)$$

Při navrhování okružních křižovatek je ještě únosná čekací doba do 60 s, delší doba se v silničním provozu již jeví jako nevyhovující[24].

Délka čekací fronty L se určí ze vztahu[24]:

$$L = \frac{Q_e * t_w}{3600} * L_{voz} \text{ [m]} \quad (31)$$

L_{voz} se uvažuje pro jeden osobní automobil 6m.

Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2.9.

Tabulka 2.9 : Tabulka výsledných hodnot

Hodnoty	Vjezd A	Vjezd B	Vjezd C	Vjezd D
L_e (jv/h)	854	892	708	408
ALG_e (%)	118	99	66	10
R (jv/h)	-154	7	241	368
t_w (s)	395	242	15	7
L (m)	663,60	356,95	11,68	0,47

Daná okružní křižovatka kapacitně nevyhovuje dopravnímu zatížení. Ramena A a B křižovatky svou čekací dobou ve frontě výrazně překračují dovolenou horní mez 60 s.

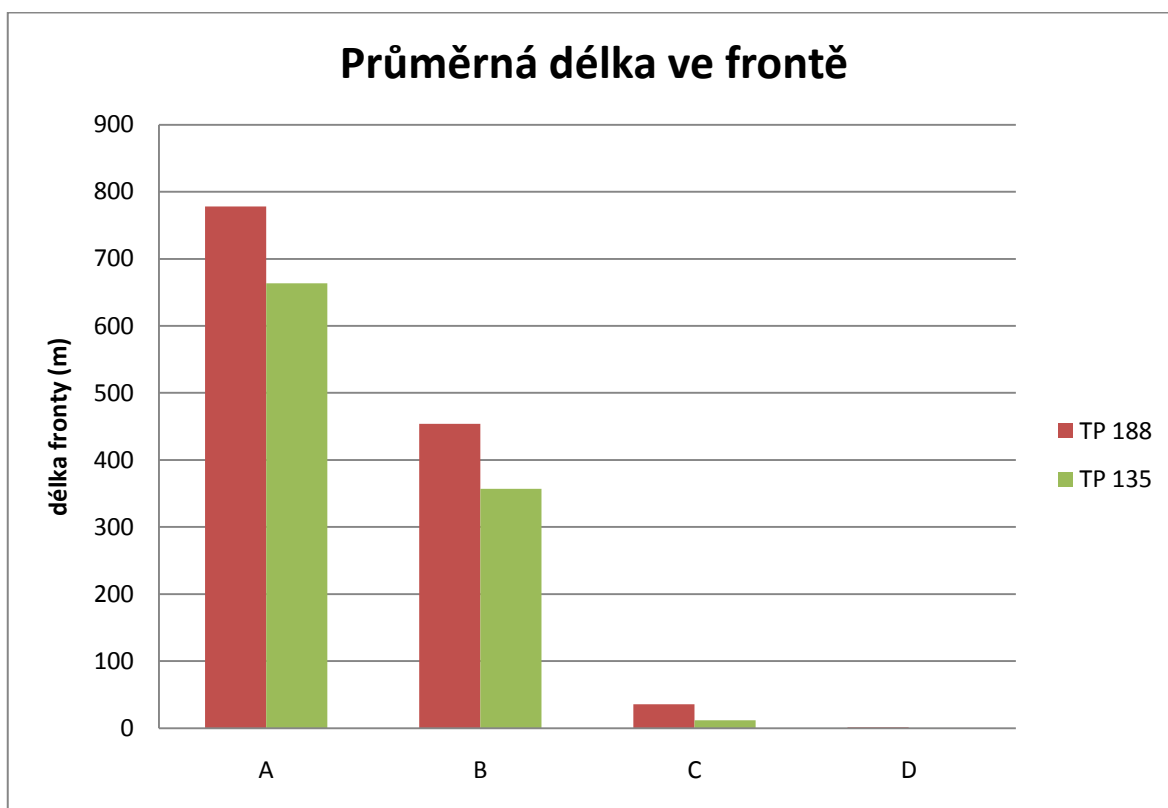
2.3. Porovnání hodnot

Je patrné, že výsledné hodnoty sledovaných veličin se mírně odchyľují, ale ne moc, aby se s nimi nedalo pracovat. Pro názornost uvádím průměrnou délku ve frontě (tabulka 2.10, graf 2.2).

Tabulka 2.10 : Tabulka výsledných hodnot

Měřená veličina	Ramena	TP 188	TP 135
Průměrná délka ve frontě [m]	A	778	663,6
	B	454	357
	C	35,5	11,7
	D	1,35	0,5

Graf 2.2



Závěrem lze říci jen to, že metody nám poskytují odlišné výsledky. Výpočty se neustále zdokonalují. Například TP 135, které byly aktualizovány v roce 2005, se opět aktualizují. Z obou metod vyplývá, že nevyhovují ramena A a B. Na těchto ramenech může docházet ke kongescím přesahující jeden kilometr a zdržením ve frontě přes 10 minut. V rámci posouzení kapacity křižovatky je propustnost nedostačující, a proto by se měly navrhnout opatření, které by tyto nedostatky odstranily.

2.4. Simulace okružní křižovatky

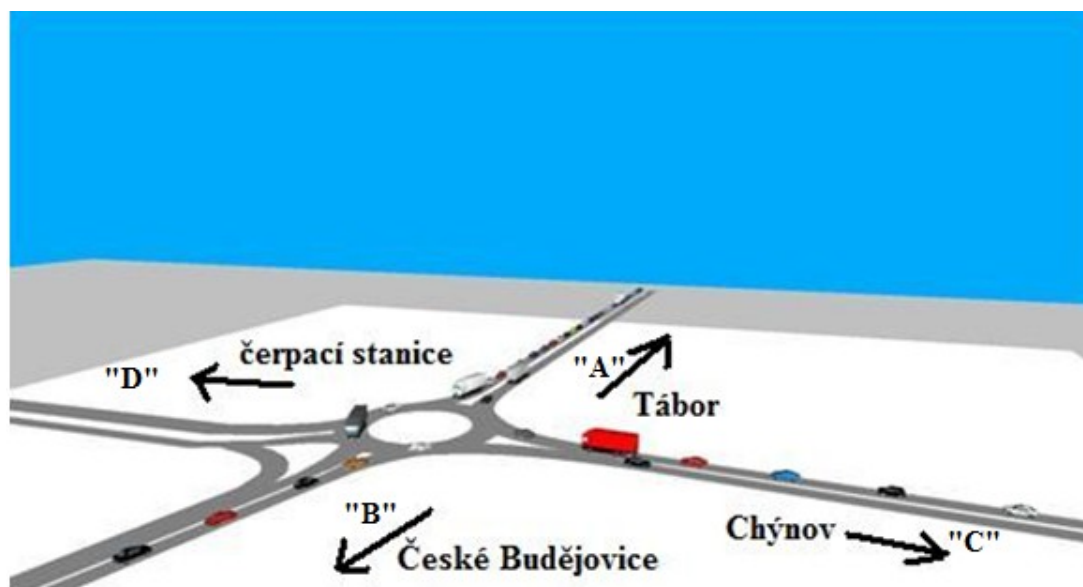
Tato kapitola se zabývá vyhodnocováním délek kongescí stávajícího stavu při určitých hodinových intenzitách, zjištěných při dopravním průzkumu. Výsledkem jsou údaje o délkách kolon a zpoždění vozidel. PTV Vision, na kterém jsem prováděl mikroskopickou simulaci dopravy ve verzi VISSIM 5.20-06, je studentskou licencí, která je k zapůjčení na základě vyplněného formuláře (na dobu jednoho měsíce). Verze je velmi omezená, protože model dopravní sítě lze simulovat na délce 1500m v ose x a 1500m v ose y. Lze tedy zkoumat jen podstatu samotného děje na křižovatce.

PTV Vision je softwarový balík pro dopravní plánování a provozní analýzy. Nabízí vysokou úroveň integrace mezi dopravně plánovacími procesy. Především mezi

strategickým plánováním, řízením dopravy a dopravním inženýrstvím. Uživatel může pracovat hned v několika aplikacích, např. ve studiu regionálních vazeb, vlivu výstavby nové komunikační sítě, návrhu konceptu řešení hromadné dopravy v území až po prvky řízení dopravy v křižovatkách. Vissim je mikroskopická dynamická simulace dopravního proudu se zobrazením pohybu vozidel po dopravní síti ve 2/3D animacích a patří do kategorie operational planing (příloha C)[20].

Výsledky z programu byly vygenerovány v textovém formátu, následně jsem je převedl do MS Excel 2007 a zpracoval do grafů. Zkoumaný proces dopravního děje je zachycen ve 3D pohledu (obrázek 2.4).

Obrázek 2.4 : Simulace provozu ve 3D[21]



3D pohled mikrosimulace znázorňuje provoz, který se odehrává i v reálu. Směrem od Tábora se tvoří několikakilometrové fronty vozidel, kdy vozidla se pohybují pomalou rychlostí. Kolony vozidel se tvoří i od Chýnova a Českých Budějovic, ale ty nedosahují takových délek. Výsledky ze simulace byly vygenerovány do tabulek 2.11 a 2.12.

Tabulka 2.11 : Celkové zdržení ve frontě

Ramena okruž. křiž.	Celkové zdržení ve frontě (s): min.	Celkové zdržení ve frontě (s): max.	Celkové zdržení ve frontě (s): prům.
A	135,1	2173,2	1156,1
B	0	44,8	7,6
C	0,6	58,5	8,9
D	0	25	1,6

Tabulka 2.12 : Délka fronty před křižovatkou

Ramena okruž. křiž.	Průměrná délka fronty (m)	Maximální délka fronty (m)
A	817	1026
B	24	324
C	4	111
D	1	16

Ze simulace je patrné, že nevyhovuje rameno A, kde v realitě může docházet ke frontě dlouhé několik kilometrů. Ve špičce je velká intenzita dopravního proudu na hlavním tahu ramena A-B. Z tohoto důvodu je propustnost okružní křižovatky nedostačující. Na rameni A se tvoří průměrná délka fronty 0,8 km a průměrné zdržení ve frontě je přibližně 19 minut.

3. Návrh variantního řešení zjištěných nedostatků

Při analýze dopravní situace a kapacitním posouzení byly zjištěny nedostatky. Okružní křižovatka kapacitně nevyhovuje. Za účelem navýšení kapacity jsem přistoupil k návrhu stavebních úprav křižovatky.

Zvýšení kapacity OK je možné zajistit několika opatřeními[22]:

- Zvětšením počtu jízdních pruhů na vjezdech, výjezdech a okružním jízdním pásu (zvyšování kapacity zvětšením počtu jízdních pruhů na okružním jízdním pásu způsobuje snižování úrovně bezpečnosti dopravy na OK).
- Spirálovitým uspořádáním jízdních pruhů na okružním jízdním pásu.
- Řízením dopravy SSZ.
- Navržením spojovací větve.

3.1. Zásady navrhování okružní křižovatky

Okružní křižovatka má oproti jiným úrovnovým křižovatkám řadu výhod, mezi něž například patří snížení jízdní rychlosti a zklidnění dopravy, vyšší bezpečnost silničního provozu a snížení následků dopravních nehod, plynulejší provoz na všech paprscích křižovatky a spousty dalších.

Nevhodné podmínky pro návrh jsou nepříznivé konfigurace území, blízké sousedství křižovatek řízených SSZ a jejich umístění v úseku s koordinací. Dále vysoké intenzity dopravy na křižujících se pozemních komunikacích, které převyšují výkonnost okružních

křižovatek a velký rozdíl intenzity dopravy na hlavní a intenzity dopravy na vedlejší komunikaci[22].

Při navrhování je nutné se řídit platnými zásady dle ČSN a TP, a proto se o nich zmíním.

Všeobecná pravidla pro navrhování[22]:

- a) Okružní křižovatka musí být včas postřehnutelná.
- b) Prodloužení os paprsků křižovatky má pokud možno procházet středem OK.
- c) Připojení jednotlivých křižovatkových paprsků na okružní pás má být přibližně rovnoměrný.
- d) Nejvhodnější tvar OK je kruh nebo jemu blízký tvar.
- e) Vjezd a výjezd paprsků křižovatky je vhodné oddělit dopravním ostrůvkem nebo směrově rozdělených silničních komunikací rozšířením dělícího pásu.
- f) Středový ostrov se navrhne tak, aby zamezil přímému průjezdu OK a zdůraznil, že se jedná OK zamezením průhledu na protilehlý paprsek křižovatky.
- g) Šířka vjezdu a poloměr oblouku jeho vnitřního okraje mají umožnit přijíždějícím vozidlům rychlost nižší nebo rovnou rychlosti průjezdu křižovatky. Poloměr oblouku vnitřního okraje vjezdu má být menší nebo rovný poloměru vnějšího okraje okružního jízdního pásu.
- h) Výjezd má umožnit vozidlům snadno a plynule opustit OK. Výjezd má v případě jednoho jízdního pruhu na okružním jízdním pásu vždy jeden jízdni pruh. Poloměr oblouku vnitřní hrany výjezdu má být větší než poloměr vnitřního okraje okružního jízdního pásu.
- i) Odchylka dráhy vozidla (2m od vnějšího okraje PK; 1,5m od středového ostrůvku) projíždějícího OK mezi dvěma protějšími nebo sousedními paprsky OK nemá umožnit rychlost vyšší než 30 km/h na OK s jedním jízdním pruhem a 50 km/h na křižovatce se dvěma a více jízdními pruhy na jízdním pásu.
- j) Jestliže je na jízdním pásu před OK jízdni pruh pro cyklisty, odkloní se mimo okružní jízdni pás nebo pokračuje na okružním jízdním pásu.
- k) Jsou-li souběžně s jízdním pásem pro silniční provoz na paprscích OK vedeny chodníky nebo stezky pro chodce a/nebo cyklisty, navrhnu se také v prostoru OK, ale je žádoucí jejich fyzické oddělení od okružního jízdního pásu a s napojením na přechody pro chodce a cyklistické přejezdy křižující paprsky OK.

- l) Chodníky, stezky, přechody pro chodce a cyklistické přejezdy se navrhují na OK v souladu s ČSN 73 6110 a podle zvláštních předpisů.
- m) Autobusové a trolejbusové zastávky lze umístit před vjezdem do OK nebo za výjezdem příslušného paprsku křižovatky.
- n) Tramvajová doprava na OK není z hlediska bezpečnosti dopravy vhodná.
- o) Nejmenší vzdálenost mezi OK nebo mezi OK a sousedními úrovněmi křižovatkami určuje délka fronty vozidel čekajících na vjezd do křižovatky.
- p) Podrobná pravidla pro návrh OK obsahuje zvláštní předpis (TP 135).

Při návrhu OK je nutno věnovat zvýšenou pozornost[24]:

- a) Pohybu chodců.
- b) Svislému dopravnímu značení.
- c) Směrovým informacím pro řazení vozidel do jízdních pruhů před vjezdem na okružní jízdní pás a na něm, k odbočení na požadovaném výjezdu.
- d) Vodorovnému dopravnímu značení pro navedení vozidel do požadovaného směru.
- e) Umístění informačních značek v dostatečné vzdálenosti před OK, na ni i na výjezdu z ní.
- f) Osvětlení křižovatky.
- g) Odvodnění plochy křižovatky.
- h) Zdůraznění nutnosti snížit rychlost již na příjezdech k OK.
- i) Možnosti zřízení případných sjezdů z OK přes chodníkový přejezd.
- j) Velikosti směrovacích, dělicích a ochranných ostrůvků, které musí splňovat požadavky na umístění svislých dopravních značek.
- k) Umístění OK v trase komunikace, které musí vycházet ze směrového a výškového vedení křižujících se komunikací, z intenzit dopravy a navazovat na urbanistické řešení prostoru úrovně křižovatky, výhledové záměry v území.
- l) Vzájemné vzdálenosti křižovatek podle ČSN 73 6101 a ČSN 73 6110.

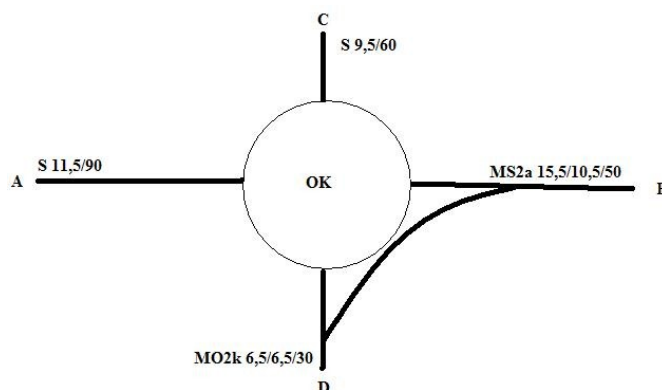
3.2. Základní parametry křižujících se pozemních komunikací

Okružní křižovatku křižují silnice a místní komunikace, na které před nově zrekonstruovanou křižovatkou, ve směru Tábor – Soběslav, přidáme přidavné a redukované jízdní pruhy, aby vjezdy a výjezdy byly dvou-pruhové. Proto nyní uvedu základní parametry křižujících se pozemních komunikací a jejich přidavných a redukovaných jízdních pruhů dle ČSN 73 6101, ČSN 73 6102 a ČSN 73 6110.

Okružní křižovatku křižují následující pozemní komunikace (obrázek 3.1):

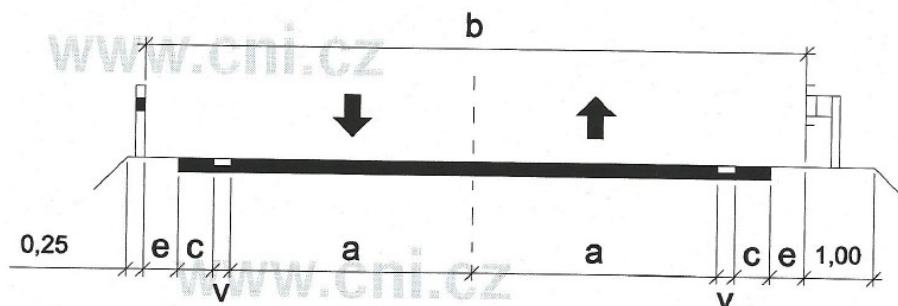
- 1) S 11,5/90 (mezinárodní silnice – „E“)
- 2) S 9,5/60 (silnice II. třídy)
- 3) MS2a 15,5/10,5/50 (místní komunikace sběrná)
- 4) MO2k 6,5/6,5/30 (místní komunikace obslužná)
- 5) Mezi rameny A a B křižovatky je bypass pro pravé odbočení se stykovým napojením na výjezdu.

Obrázek 3.1 : Křižující se pozemní komunikace



Parametry silnic dle ČSN 73 6101 jsou znázorněny na obrázku 3.2 a jejich hodnoty v tabulce 3.1.

Obrázek 3.2 : Dvoupruhová silnice[26]



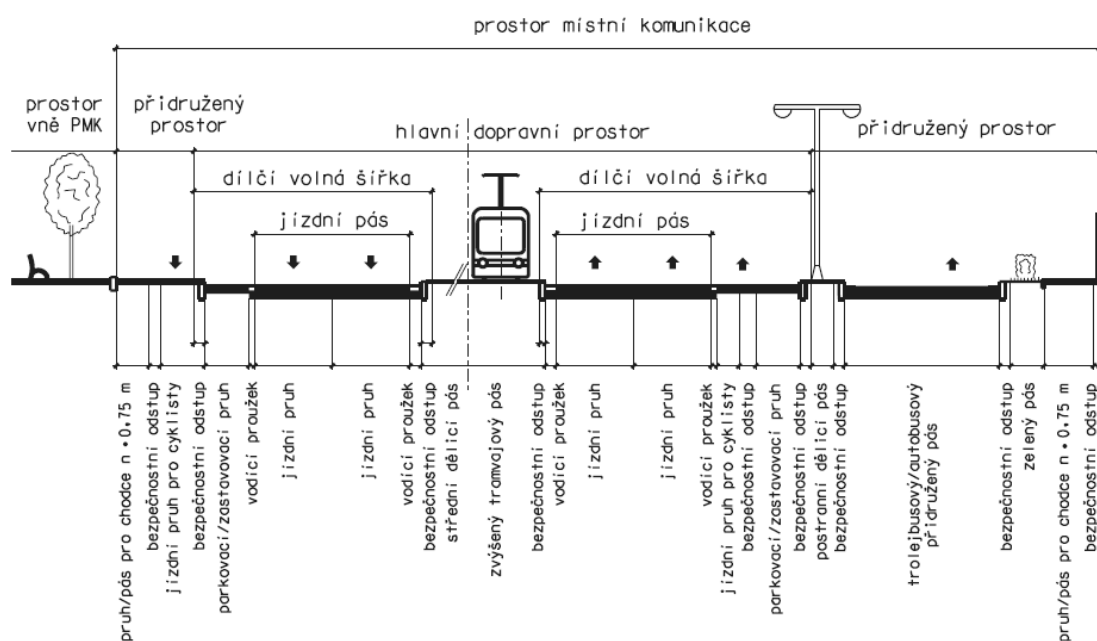
- a šířka jízdního pruhu [m]
- b kategoriální šířka silnice [m]
- c šířka zpevněné části krajnice [m]
- e šířka nezpevněné části krajnice, započítávaná do volné šířky silnice [m]
- v šířka vodícího proužku směrově nerozdělené silnice [m]

Tabulka 3.1 : Návrhové kategorie dvou-pruhových silnic[26]

Návrhová kategorie			Šířka [m]			
Písemný znak	<i>b</i> [m]	Návrhová rychlost [km/h]	<i>a</i>	<i>v</i>	<i>c</i>	<i>e</i>
S	9,5	60	3,5	0,25	0,5	0,5
S	11,5	90	3,5	0,25	1,5	0,5

Parametry místních komunikací dle ČSN 73 6110 jsou znázorněny na obrázku 3.3 a jejich hodnoty v tabulce 3.2.

Obrázek 3.3 : Příčné uspořádání prostoru místních komunikací[27]



Tabulka 3.2 : Návrhové kategorie dvoupruhových místních komunikací[27]

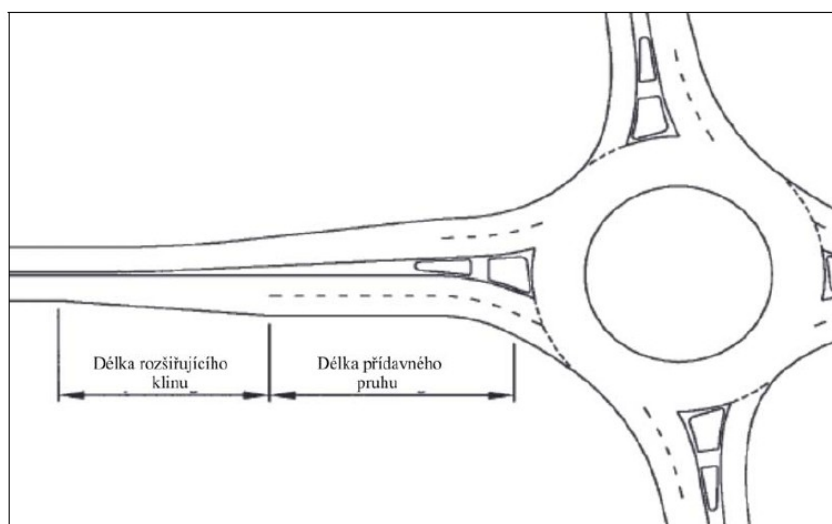
Návrhová kategorie			Šířka [m]				
Písemný znak	<i>b</i> [m]	Návrhová rychlost [km/h]	<i>a</i>	<i>v</i>	Bezpečnostní odstup	<i>e</i>	Přidružený prostor
MS2a	10,5	50	3,25	0,25	0,5	-	2,5
MO2k	6,5	30	2,75	-	-	0,5	-

Dalšími důležitými prvky napojení mezi pozemními komunikacemi a okružní křižovatkou jsou přídatné pruhy (přídavné-odbočovací a redukované-připojovací), které rozšiřují vjezd a výjezd křižovatky. Hodnoty parametrů zjistím ze ČSN 73 6102, pak určím podle této normy rozměry náběhových klínů.

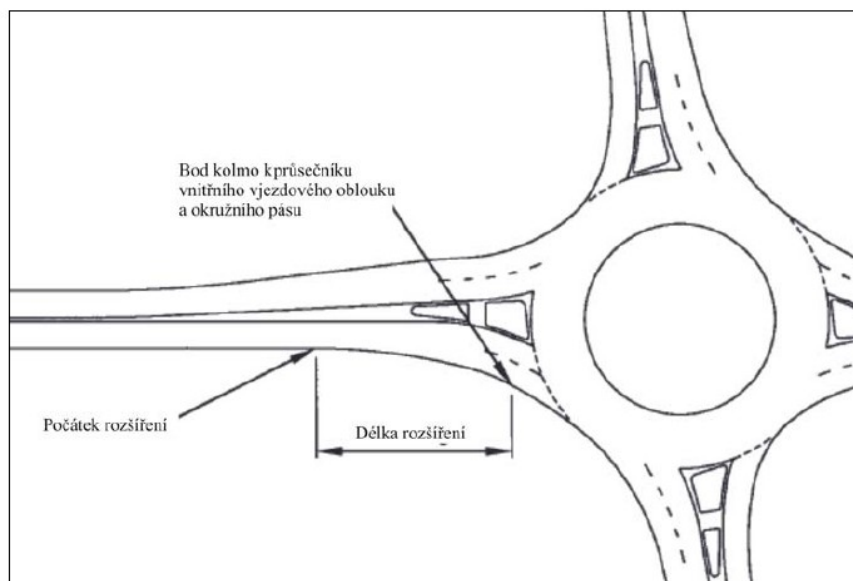
Je-li nutné rozšíření vjezdu z kapacitních důvodů, může být provedeno principiálně dvěma způsoby:

1. Přidáním plného vjezdového pruhu (obrázek 3.4).
2. Postupným rozšířením vjezdové části (doporučuje se délka rozšíření min. 25m v intervilánu a 40 m v extravilánu), (obrázek 3.5).

Obrázek 3.4 : Rozšíření vjezdu přidáním plnohodnotného pruhu[28]



Obrázek 3.5 : Rozšíření vjezdu rozšířením vjezdové části[28]



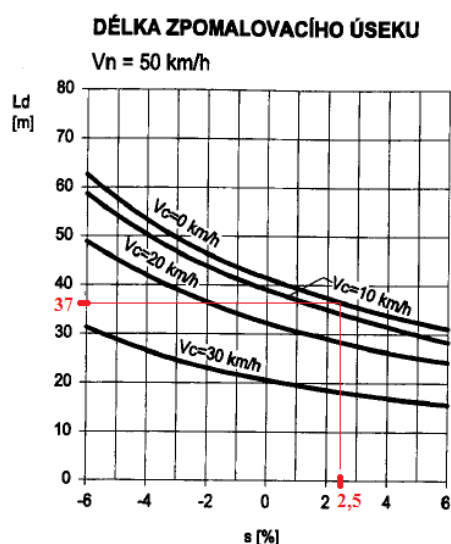
Změny počty jízdních pruhů se budou principiálně podobat jízdním pruhům přidavným a připojovací jízdní pruhy, pruhům redukovaným. Hodnoty parametrů jsou uvedeny v tabulce 3.3 a 3.4.

Tabulka 3.3 : Hodnoty parametrů přidavných jízdních pruhů[22]

Pozemní komunikace	Délky parametrů přidavných jízdních pruhů [m]		
	Rozšiřující klín	Přidavný pruh	Rozšíření
Silnice	70	115	-
Místní komunikace	-	-	37

Zjištěné hodnoty jsou získané z tabulky (rozšiřující klín), které závisí na šířce přidavného pruhu a návrhové rychlosti. Rozšiřující klín má tvar náběhového klínu se zaoblením vnější hrany. Hodnota délky rozšíření pro zpomalení $1,7\text{m/s}^2$ a návrhové rychlosti-50, 60, 70 a 80km/h se odečtou v grafu 3.1. Délka přidavného pruhu se vypočte ze vzorce 32 a zaokrouhlí na celé metry.

Graf 3.1 [22]



Vzorec pro výpočet délky přidavného pruhu[22]:

$$L_d = \frac{(0,85v_n)^2 - v_c^2}{26(d + s/10)} \text{ [m]} \quad (32)$$

v_n návrhová rychlost průběžné silniční komunikace [90 km/h]

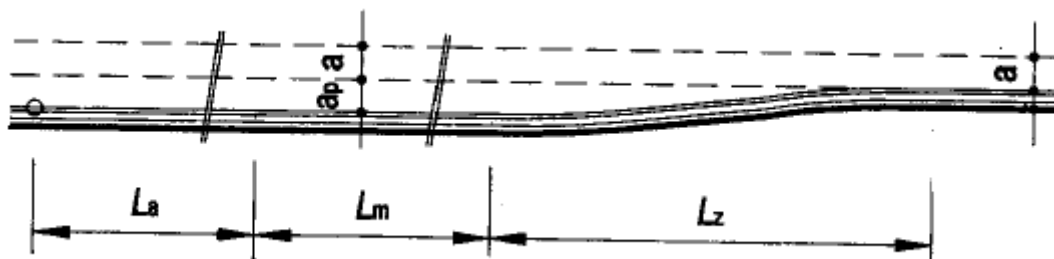
v_c rychlost na konci zpomalovacího úseku [0 km/h]

d průměrné zpomalení [$1,7 \text{ m/s}^2$]

s sklon zpomalovacího úseku [2,5 %]

Připojovací jízdní pruh se skládá ze zrychlovacího (L_a), manévrovacího (L_m) a zařazovacího (L_z) úseku (obrázek 3.6).

Obrázek 3.6 : Připojovací jízdní pruh[22]

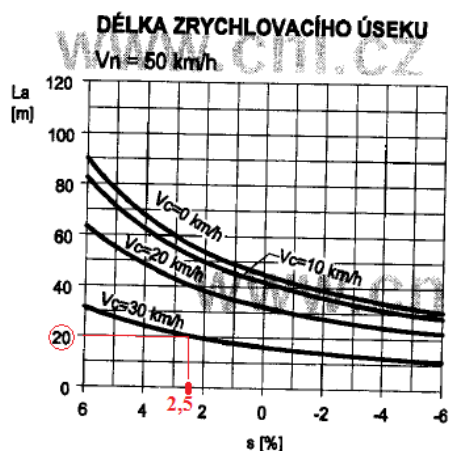


Tabulka 3.4 : Hodnoty parametrů redukovaných (připojovacích) jízdních pruhů[22]

Pozemní komunikace	Délky parametrů redukovaných jízdních pruhů [m]		
	L_a	L_m	L_z
Silnice	119	130	60
Místní komunikace	20	30	20

Zjištěné hodnoty jsou získané z tabulek (L_m , L_z) podle šířky připojovacího pruhu a návrhové rychlosti. Šířka přídatných pruhů (a_p) se určí podle kategorie typu silnice. Pro S 11,5 je šířka 3,25m, a pro sběrné komunikace je 3m nebo 3,25m. Šířky a_p jsou stejné před i za křižovatkou. Přídatné pruhy jsou lemovány vodícími proužky o šířce 0,25m. Na silnicích I. třídy se mohou připojovací pruhy přiměřeně zkrátit, nejméně na $L_m=30m$, a $L_z=20m$ nebo se od jejich návrhu může v odůvodněných případech opustit. Hodnota zrychlovacího úseku (L_a) pro zrychlení $1,2m/s^2$ a návrhové rychlosti-50, 60, 70 a 80km/h se odečte v grafu 3.2. Pro ostatní návrhové rychlosti se hodnoty délek vypočtou podle vzorce 33 a zaokrouhlí se na celé metry. Nejdelší délka zrychlovacího úseku může být 120m.

Graf 3.2 [22]



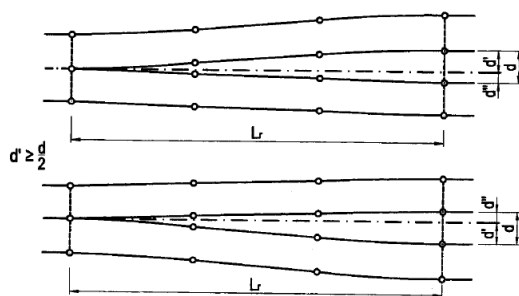
Vzorec pro výpočet délky zrychlovacího úseku[22]:

$$L_d = \frac{(0,75v_n)^2 - v_c}{26(a + s/10)} \text{ [m]} \quad (33)$$

- v_n návrhová rychlost na průběžném jízdním pruhu [90 km/h]
 v_c rychlost na čele vjezdové části větve [30 km/h]
 a průměrné zrychlení [1,2 m/s²]
 s sklon zrychlovacího úseku [2,5 %]

Směrové vedení průběžných jízdních pruhů v prostoru křižovatky může být ovlivněno vložení dopravních ostrůvků. Směrové odchýlení musí být řešeno plynule rozšiřovacími klíny (obrázek 3.7). Doporučuje se rozšíření řešit symetricky.

Obrázek 3.7 : Rozšiřovací klín[22]



Délka rozšiřovacího klínu je závislá na návrhové rychlosti a potřebném odsunutí d' . Nyní je třeba navrhnout dopravní ostrůvky (dělicí, směrovací, ochranné), které slouží pro fyzické oddělení, usměrnění dopravních proudů. Psychologické působení se navrhuje zvýšením a nesjízdností ostrůvků, obvykle lemováno obrubníky. Obrubníky zvýšených dělicích a směrovacích ostrůvků na úrovnových křižovatkách, v území nezastavěném se navrhuje jako zešíkmené výšky 0,12 až 0,18m. Ochranné ostrůvky, dělicí a směrovací ostrůvky plnící ochrannou funkci v území zastavěném se zpravidla lemují obrubníky se svislou lící plochou celkové výšky nad vozovkou 0,18 až 0,2m. Optické oddělení a usměrnění dopravních proudů se zajišťuje vyznačením dopravních ostrůvků vodorovným dopravním značením pomocí hmot pro jejich provádění. Dopravní ostrůvky musí mít dostatečnou velikost, aby byly rozpoznatelné a plnily svoji funkci. Dělicí ostrůvky musí být široké nejméně 1m a alespoň 6 až 8m dlouhé. Zvýšené směrovací ostrůvky na silnicích mají mít plochu nejméně 7m² a na místních komunikacích 5m².

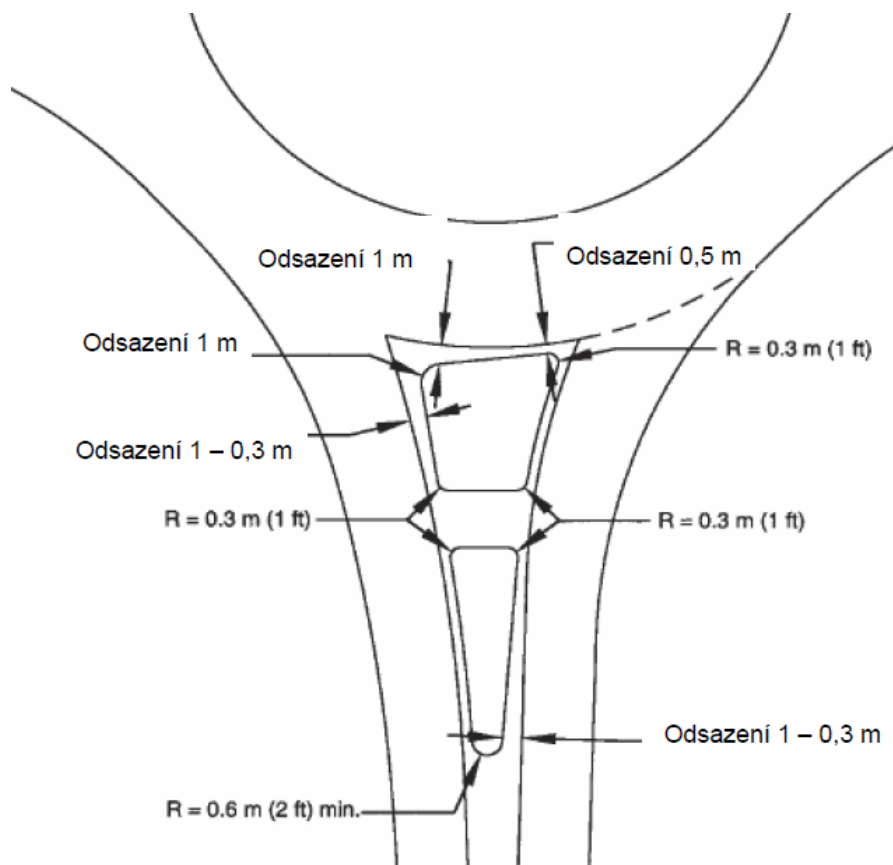
Zvýšené dopravní ostrůvky musí být odsazeny od okraje přilehlého jízdního pruhu:

- a) Na vedlejší silnici o 0,5m.
- b) Na hlavní silnici vpravo o šířku vodícího proužku a šířku krajnice.
- c) Na místních komunikacích o 0,5m nebo 0,25m podle ČSN 73 6110.

Na dopravní ostrůvky se mohou umisťovat sloupky a nosné konstrukce dopravních značek a zařízení tak, aby byly mimo průchozí a průjezdní prostor a nesmí být překážkou rozhledu[22].

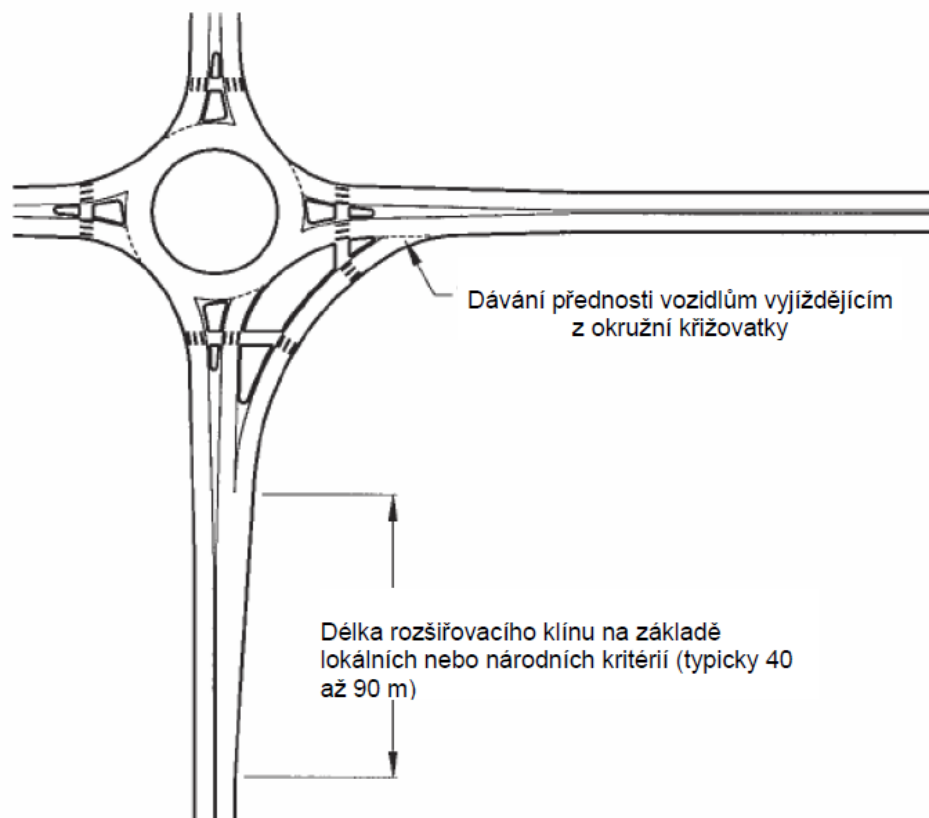
Vzájemná poloha rozšiřovacího klínu a dopravního ostrůvku je znázorněna na obrázku 3.8.

Obrázek 3.8 : Minimální hodnoty poloměrů a odstupů dělicího ostrůvku[28]



Abych propojil ramena D a C křižovatky, použiji bypass pro pravé odbočení se stykovým napojením na výjezdu (obrázek 3.9). Je to z důvodu omezeného prostoru a zachování původní osy místní komunikace i pro lepší průjezdnost. Šířka vyřazovacího úseku je 4,5m, poloměr R 35 a rozšíření 40m.

Obrázek 3.9 : Bypass pro pravé odbočení se stykovým napojením na výjezdu[28]



3.3. Návrh varianty č. 1 – okružní křižovatka se dvěma jízdními pruhy

Možným zvýšením kapacity křižovatky je přidání jednoho okružního pruhu navíc a zvýšení vnějšího průměru D . Proto jsem se rozhodl pro volbu okružní křižovatky se dvěma jízdními pruhy. Napojující komunikace s přídatnými pruhy jsem řešil v kapitole 3.2. Nyní se budu zabývat hodnotami parametrů nové křižovatky a organizací dopravy na ní.

Tento typ okružní křižovatky se navrhuje jen ve zdůvodněných případech. Je charakterizován dvěma nebo více jízdními pruhy na okružním jízdním pásu. Počet jízdních pruhů na vjezdu a výjezdu odpovídá obvykle počtu jízdních pruhů příslušného paprsku křižovatky. V případě velké intenzity vyjíždějících vozidel do okružní křižovatky je vhodné zvětšit počet jízdních pruhů na vjezdu pro rozřazení vozidel podle příslušných výjezdů (cílů dopravy). Rozřazení vozidel musí být vyznačeno svislým a vodorovným značením[22].

Všeobecné uspořádání a základní principy návrhu okružních křižovatek se dvěma a více jízdními pruhy jsou shodné s těmi, které platí pro okružní křižovatky s jedním jízdním pruhem. Nevýhodou tohoto typu okružní křižovatky, bez úpravy organizace dopravy na křižovatce, jsou průplety vozidel na okružním jízdním pásu s důsledkem vyšší nehodovosti ve srovnání s okružními křižovatkami s jedním jízdním pruhem. Větší nároky jsou i na pozemky. Z důvodu omezení nehodovosti je účelné navrhnout usměrnění dopravy na okružním pásu spirálovitým uspořádáním jízdních pruhů a dopravním značením, které vyloučí průplety. Pro řádnou funkci této křižovatky je důležité orientační dopravní značení, svislé a vodorovné dopravní značení[22].

Okružní křižovatka s dvěma a více jízdními pruhy je schopna zvládnout vyšší intenzitu dopravy než je kapacita okružní křižovatky s jedním jízdním pruhem.

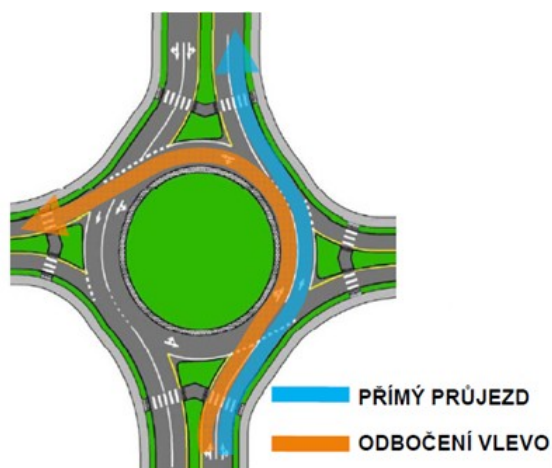
V tabulce 3.5 uvedu doporučené hodnoty parametrů a porovnáám je s původními hodnotami okružní křižovatky s jedním pruhem.

Tabulka 3.5 : Hodnoty parametrů okružní křižovatky se dvěma jízdními pruhy[24]

	OK se 2 pruhy	Ok s 1 pruhem
vnější průměr-D[m]	50	34
šířka jízdního pruhu na okruhu-a _{jp} [m]	2x4,25	6,5
základní příčný sklon jízdního pásu-s[%]	1,5 a 3	1,5 a 3
šířka dlážděného prstence-v _{pr} [m]	1	2
základní příčný sklon dlážděného prstence-s[%]	6	6
průměr středového ostrova-d[m]	31	17
šířka vjezdů-a _{vj} [m]	4,5; 3,5	4,5; 3,5; 3
šířka výjezdů-a _{vý} [m]	5; 4,5; 4	5
délka dělicích ostrůvků-l[m]	15,4; 4,5; 4; 3,5	15,4; 4,5; 4
šířka dělicích ostrůvků-š[m]	4,57 (2,5); 3 (1); 2,5 (1)	4,57 (2,5); 3 (1); 2,5 (1)
délka přechodu-l _{př} [m]	11,5	11,5
šířka přechodu-š _{pč} [m]	3	3
poloměr ostrůvků-R _o [m]	0,5	0,5
poloměr připojovacích směrových oblouků-R _{vj} [m]	8 až 15	12
poloměr odbočovacích směrových oblouků - R _{vý} [m]	15 až 30	15
Návrhová rychlost na vjezdech-v _{vj} [km/h]	30	30
Návrhová rychlost na výjezdech-v _{vý} [km/h]	30	30
Návrhová rychlost na okružním jízdním pásu-v _{oip} [km/h]	30	30

Další důležitou součástí křižovatky je svislé a vodorovné dopravní značení. Svislé dopravní značky musí být umístěny tak, aby nezhoršovaly rozhledové poměry v okružní křižovatce. Při navrhování OK je nutno věnovat zvýšenou pozornost návěstím před křižovatkou, a to jak jednotlivým cílům ve svislých dopravních značkách, tak i vodorovnému dopravnímu značení (obrázek 3.10), jímž jsou vozidla navedena do jednotlivých jízdních pruhů a spojovacích větví[24].

Obrázek 3.10 : Vodorovné dopravní značení na okružní křižovatce[29]



U okružních křižovatek na přechodu z extravilánu do intravilánu je nutné postupné omezení rychlosti příslušnými svislými dopravními značkami nejméně na 50km/h. Pokud je středový ostrov zvýšený, má být osvětlen a musí být označen také reflexním dopravním zařízením Z3 vodící tabule. Pro orientaci řidičů postačí při průjezdu okružní křižovatkou směrová návěst IS 9b před okružní křižovatkou a na výjezdech pak směrová tabule IS 3a až IS 3d[24].

Schematický návrh č. 1 je znázorněn na výkrese přílohy D.

3.4. Návrh varianty č. 2 – okružní křižovatka se spirálovitě uspořádanými jízdními pruhy

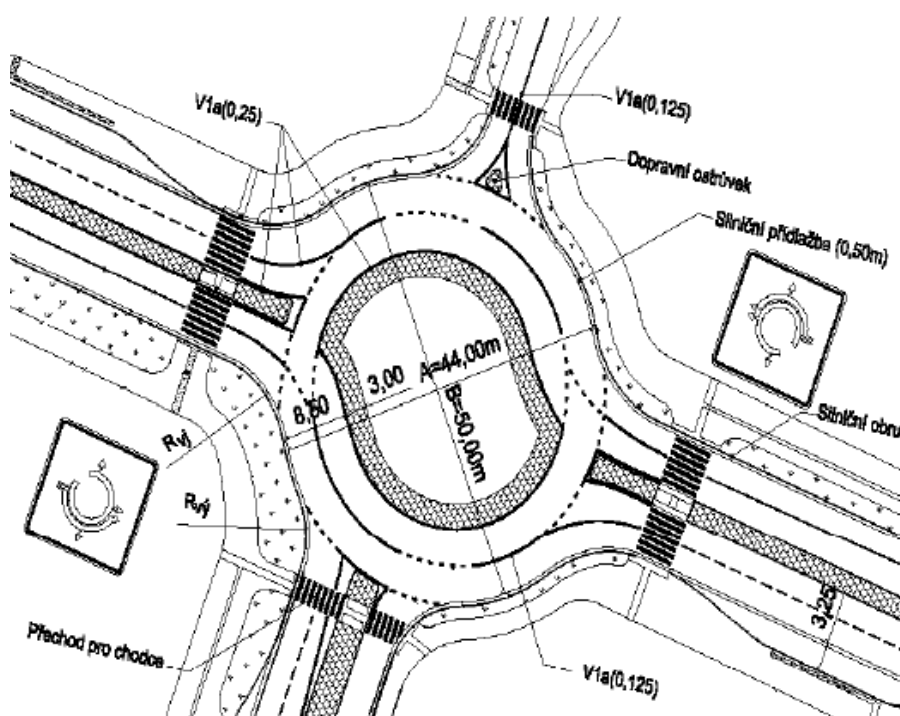
Tento typ křižovatky je vyvíjen od roku 1998 v Nizozemí, kde nahradil standardní dvoupruhové okružní křižovatky. Turbo (spirálovitá) – okružní křižovatka vznikla z důvodu, jak vytvořit okružní křižovátku, která bude mít vyšší kapacitu než jednopruhová, ale stejný standart bezpečnosti (vyšší než u dvoupruhové okružní křižovatky). Nejdůležitějším znakem spirálovité OK je spirálovité uspořádání jízdních pruhů (eliminuje průplety na okružním pásu)[28].

Tato křižovatka se hodí v těchto případech[28]:

- Jeden z dopravních směrů je výrazně dominantní.
- Je potřeba dosáhnout vyšší bezpečnosti odstraněním konfliktů mezi cirkulujícími a vyjíždějícími vozidly, ke kterým dochází na dvoupruhové OK.
- Je potřeba dosáhnout vyšší kapacity ve srovnání se standardní dvoukruhovou okružní křižovatkou (nárůst kapacity může být až 25-35%).

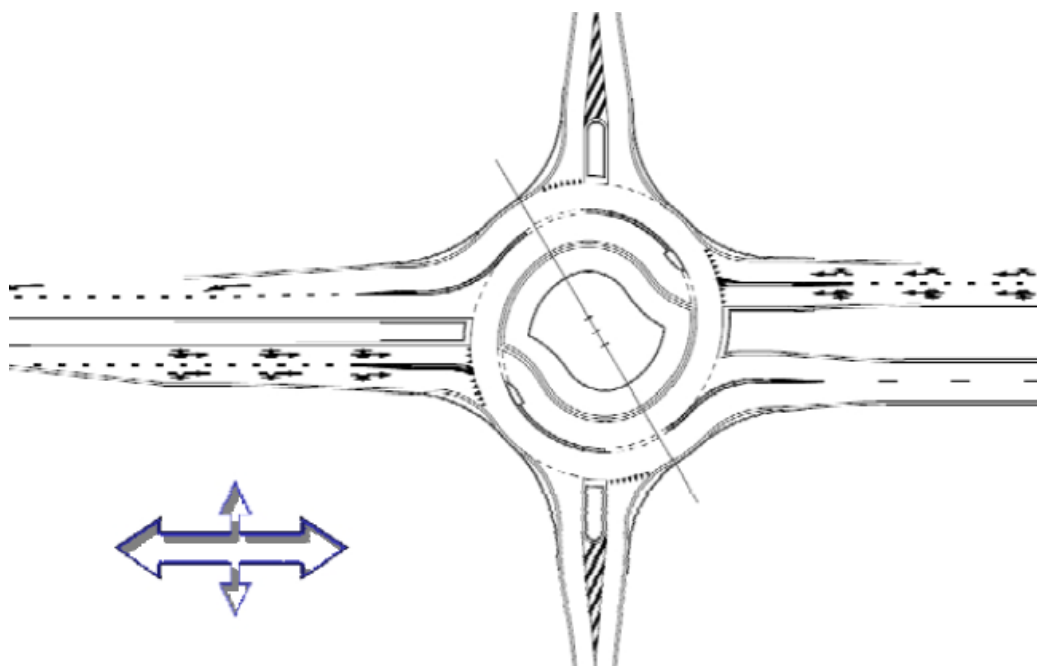
Spirálovitá OK svou konstrukcí umožňuje lepší využití levého vjezdového pruhu. Počet kolizních bodů je v porovnání s dvoupruhovou OK nižší (z 16 na 10). Vodorovné dopravní značení se zpravidla doplňuje nízkými obrubníky, které zamezují průpletu na okružním pásu, ale v případě potřeby je lze přejíždět[28]. Uspořádání vodorovného dopravního značení je znázorněno na obrázku 3.11. Vozidla jsou před křižovatkou rozdělena do jízdních pruhů příslušných ke směru odbočení. Na okružním pásu již nemusí měnit jízdní pruh, zvolený jízdní pruh je vyvede až k příslušnému výjezdu.

Obrázek 3.11 : Organizace vodorovného dopravního značení spirálovité OK[29]



Existuje několik typů spirálovitých okružních křižovatek, které se volí podle směru vytížení dopravou. Já jsem vybral vejcovitou OK (egg roundabout). Ta je charakteristická 2 krát dvoupruhovými a 2 krát jednopruhovými výjezdy, 2 krát dvoupruhovými a 2 krát jednopruhovými vjezdy (obrázek 3.12). Používá se při křižování silného přímého a slabého dopravního proudu.

Obrázek 3.11 : Vejcovitá okružní křižovatka[28]



Řešení spirálovitě uspořádané okružní křižovatky vychází z uspořádání jednopruhov^é okružní křižovatky, které je před dvoupruhovými vjezdy doplněno na vnitřní straně okružního jízdního pásu druhým jízdním pásem. Poté následují dvoupruhové výjezdy, na kterých je řidič, jedoucí na okruhu v pravém jízdním pruhu, nucen odbočit. Základním principem řešení je tedy stanovení vedení vozidel při průjezdu křižovatkou v závislosti na směru odbočení. Oproti klasické OK se musí řidič již na příjezdu rozhodnout, kam bude odbočovat. Po vjezdu na okružní pás se totiž dostane pouze do jízdního pruhu, který jej odstředivým způsobem vyvede do požadovaného výjezdu. Při využívání pravého pruhu na vjezdu se řidič zařazuje, stejně jako u klasické OK, do průběžného jízdního pruhu na okruhu. Oproti tomu při využití levého pruhu na vjezdu řidič kříží průběžný pruh na okruhu a za ním vjíždí do nového pruhu, který ho zavede až do požadovaného výjezdu[30].

Svislé dopravní značení bude obdobné jako u varianty č. 1. Vodorovné dopravní značení je totožné s obrázkem 3.11. Hodnoty parametrů spirálovité OK jsou též stejné s variantou č. 1, ale odlišuje se pouze tvarem OK, který je určen spirálovitě vedenými jízdními pruhy. Budou se lišit pouze poloměry na vjezdu (10 až 12m) a na výjezdu (12 až 15m), vnější průměry ($D_1=44\text{m}$; $D_2=50\text{m}$).

Schematický návrh č. 2 je znázorněn na výkrese přílohy E.

3.5. Návrh varianty č. 3 – Ramp-metering

Další možnou variantou je křižovatka řízená SSZ za pomoci ramp-meteringu na vjezdech. Jedná se o technologii, která není u nás moc užívaná a česká legislativa ji zatím nepovoluje, proto se budu věnovat pouze principu meteringu. Možná v budoucnu se k nám dostane a v té době bude již levnější. Zatím nemohu ani odhadnout její cenu. Jedná se o velmi elegantní a inteligentní řešení, které vyřeší spoustu problémů, bez nutnosti úpravy pozemní komunikace a křižovatek. Tato metoda je předurčena svou funkcí pro příjezdy k dálnicím a rychlostním silnicím.

Důvody aplikace SSZ na okružní křižovatce je [28]:

- asymetrické zatížení křižovatky, nevyrovnané dopravními proudy
- vysoké rychlosti na okružním pásu
- nedostatečná kapacita OK v neřízeném režimu
- menší časové ztráty
- redukování délky kolony
- zvýšení kapacity
- bezpečnost provozu

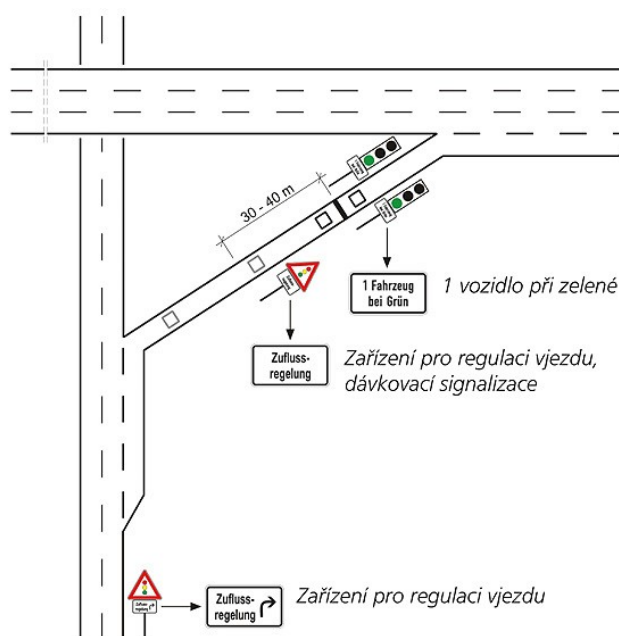
Jestliže se vytvářejí silné intenzity cirkulujících vozidel, potom na některém vjezdu může být znemožněn vjezd na okružní jízdní pás. Tato situace nastává převážně ve špičkových intervalech a provoz na křižovatce může být výrazně zlepšen meteringem na vjezdech. Provozně se metering na vjezdech OK podobá ramp-meteringu. SSZ se na vjezdu zastavuje jeden dopravní proud, aby byl umožněn vjezd jiného dopravního proudu na okružní pás. Využití SSZ je vhodné kombinovat s detekcí délky kolony na podporovaném vjezdu, a tedy řídit provoz dynamicky, přesně podle aktuální potřeby [28].

V této souvislosti lze zmínit světelnou signalizaci pro řízení provozu v jízdních pružích a zařízení pro regulaci vjezdu v místech připojení, tzv. dávkovací signalizaci. Tato opatření byla poprvé realizována v šedesátých letech v USA a dnes patří v mnoha zemích ke standardním nástrojům moderního řízení dopravy (*v angličtině je toto zařízení známo pod názvem ramp-metering*). Cílem regulace vjezdu je, pomocí rozdělení dopravního proudu na jednotlivá vozidla, zjednodušit zařazovací manévry a připustit do vjezdu pouze

takové množství vozidel, které neovlivní dopravní proud na průběžné hlavní komunikaci[32].

Obrázek 3.12 znázorňuje možné složky dávkovací signalizace na průběžné hlavní komunikaci, na příjezdové rampě a na podřazené komunikační síti. Pro zjištění dopravního proudu na průběžné hlavní komunikaci jsou před a/nebo za připojením instalovány jeden, nebo několik automatických detektorů (v závislosti na metodě řízení). Obvykle je zjišťována intenzita dopravy a/nebo hustota, v některých případech i rychlost jízdy. V zásadě by se měly rozlišovat druhy vozidel odděleně na osobní a nákladní v intervalech jedné minuty případně kratší[32].

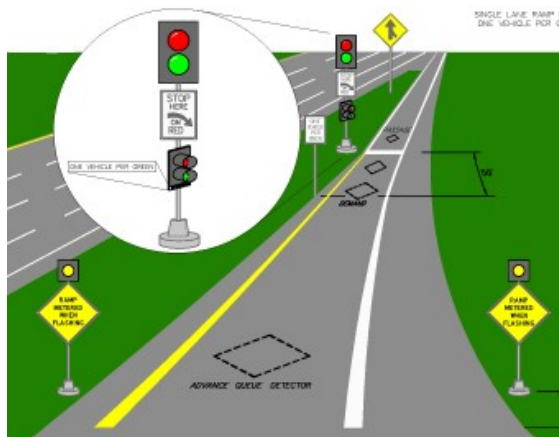
Obrázek 3.12 : Složky dávkovací signalizace[32]



Na příjezdové rampě se příjezd vozidel reguluje v závislosti na dopravní situaci pomocí světelných signalizačních zařízení, která bývají obvykle umístěna po obou stranách rampy před vjezdem do připojovacího pruhu. Přesnější údaje k umístění světelných signalizačních zařízení a umístění stopčáry se najde ve směrnících FGSV. Mohou být použity tříbarevné i dvoubarevné soustavy signalizačních zařízení (obrázek 3.13). V případě využití dvoubarevné soustavy se používají signály ČERVENÁ a ŽLUTÁ, ZELENÁ je zhaslá. Upozornění na dávkovací signalizaci mohou být umístěna jak na příjezdové rampě, tak i na podřazené silniční síti. V případě upozornění pouze v místě rampy je vhodné dopravní značku 131 StVO (světelné signalizační zařízení, podle německé směrnice) doplnit dodatkovou tabulkou „Zařízení pro regulaci vjezdu“. Značka může být doplněna s přerušovaným žlutým světlem. Výstražná značka upozornění

na podřazené silniční síti s poukazem na princip řízení má být zřízena jen v oblastech, ve kterých nebyla dávkovací signalizace dosud použita a je tím pádem neznámá. Doba osazení této značky má být omezena na jeden rok[32].

Obrázek 3.13 : Dvoubarevné soustavy signalizačních zařízení[32]



Zásadně se využívá dopravně závislé řízení. V principu se dají využít lokální i koordinované metody řízení. Při lokálních metodách se na každém připojení odměřuje dovolené množství vjíždějících vozidel jen na základě dopravní situace na tomto připojení, zatímco při koordinovaných metodách se zohledňuje i situace na sousedních připojeních. Metoda řízení je podmiňující pro umístění detektorů v oblasti připojení[32].

Používají se tyto typy senzorů[31]:

1) Strategické detektory

- Používají se pro účely řízení dopravy na **úrovni oblasti**.
- Obvykle jsou umístěny alespoň 100-160 metrů před křižovatkou, aby jejich údaje byly, co nejméně ovlivněny vzdušným vozidlem na křižovatce při signálu STUJ.
- Umožňují měřit nejenom **přítomnost** vozidla, ale i hodnotu **obsazenosti**, která umožňuje klasifikovat dopravu.
- Platí, že čím je větší procento obsazenosti, tím je nižší rychlost dopravního proudu.

2) Prodlužovací a výzvoové detektory

- Nejběžnější druhy detektorů používané pro dopravně závislé řízení na **úrovni uzlu**.
- Jsou umístěny těsně před křižovatkou (cca 40 cm před stop-čarou).

2a) **prodlužovací detektory** slouží především k prodlužování signálu VOLNO při velkých požadavcích dopravy a to měřením odstavu vozidel a dále

2b) **výzvoové detektory**, které vyvolávají po jejich aktivaci příslušnou signální skupinu nebo fázi.

Schematický návrh č. 3 je znázorněn na výkrese přílohy F. Dále původní uspořádání křižovatky je na výkresu přílohy G.

3.6. Posouzení návrhů

Nejdříve musím zhodnotit kapacitu návrhů č. 1 a č. 2. Návrh č. 3 neposuzuji (viz důvody v kapitole 3.5). Kapacita malé okružní křižovatky je vždy dána kapacitou nejzatíženějšího vjezdu. U velké okružní křižovatky kapacita závisí na kapacitě jednotlivých průletových úseků. Vjezd na okružní pás křižovatky se posuzuje jen u malých okružních křižovatek. V našem případě je nejzatíženější rameno A, proto jej budu posuzovat.

U návrhu č. 1 posoudím kapacitu pomocí kapacity průpletového úseku. Okružní křižovatka s vícepruhovým okružním pásem bývá často označována jako velká okružní křižovatka. O výpočtu kapacity velké okružní křižovatky se zmiňuje norma ČSN 73 6102, která udává vztah pro výpočet kapacity průpletového úseku[33]. Parametry průpletového úseku jsou vyznačeny na obrázku 3.14.

Vztah pro výpočet kapacity průpletového úseku[33]:

$$G_p = \frac{160 \cdot w \cdot \left(1 + \frac{w'}{w}\right)}{1 + \frac{w}{L_p}} \text{ [voz/h]} \quad (34)$$

L_p délka průpletového úseku [m]

w šířka průpletového úseku [m]

w' aritmetický průměr šířek větví vstupujících do průpletového úseku [m]

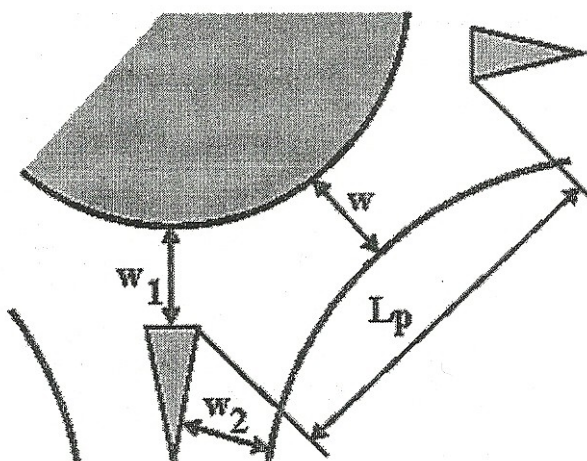
Vztah pro výpočet aritmetického průměru šířek větví vstupujících do průpletového úseku[33]:

$$w' = \frac{w_1 + w_2}{2} \text{ [m]} \quad (35)$$

w_1 šířka okružního pásu těsně před vjezdem [m]

w_2 šířka vjezdu těsně před okružním pásem [m]

Obrázek 3.14 : Rozměry průpletového úseku[33]



Postup výpočtu dle vzorce 34 a 35:

$$w_1=4,25\text{m}$$

$$w_2=9,5\text{m}$$

$$w'=6,875\text{m}$$

$$w=8,5\text{m}$$

$$\underline{L_p=35\text{m}}$$

$$G_p = \frac{160.8,5 \cdot \left(1 + \frac{6,875}{8,5}\right)}{1 + \frac{6,875}{35}} = \frac{160.8,5 \cdot (1 + 0,809)}{1 + 0,24} = 1984 \text{ [voz/h]}$$

Posouzení výsledku kapacity průpletového úseku:

$$Q_p=Q_e+Q_k$$

$$R=G_p-(Q_e+Q_k)=1\,984 - (1\,008 + 259)=717[\text{jv/h}] \Rightarrow \underline{\text{Návrh č. 1 kapacitně vyhovuje, protože výsledná hodnota má dostatečnou rezervu.}}$$

Můžeme posoudit i pomocí parametrů průpletového úseku, jestli jsou parametry OK správně navrženy.

$w \rightarrow$ mám být v rozmezí 6 až 18m. Hodnota je 8,5m , proto vyhovuje.

$w'/w \rightarrow$ mám být v rozmezí 0,4 až 1,0. Poměr je 0,809, proto vyhovuje.

$w/L_p \rightarrow$ mám být v rozmezí 0,12 až 0,40. Poměr je 0,24, proto vyhovuje.

Dále posoudím kapacitu u návrhu č. 2, kterou vypočítám pro kapacitu spirálovité OK dle TP 135. Výpočet bude opět proveden pro nejzatíženější rameno A.

Vztah pro spirálovitě uspořádané jízdní pruhy, pro dva jízdní pruhy na okružním jízdním pásu v místě připojení dvoupruhového vjezdu[24]:

$$L_e = 1800 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \quad [\text{jv/h}] \quad (36)$$

Q_k intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [jv/h]

Q_a intenzita vozidel na výjezdu [jv/h]

α faktor závislý na hodnotě vzdálenosti kolizních bodů [-]

Faktor α zjistím z grafu 2.1. Vzdálenost kolizních bodů (b) zjistím ze vzorce 28, kde úhel alfa činí 39° . Vzdálenost kolizních bodů je 15,57m a faktor α při odečtení z grafu je 0,33.

Postup výpočtu kapacity spirálovité okružní křižovatky:

$$Q_k = 259 \quad [\text{jv/h}]$$

$$Q_a = 899 \quad [\text{jv/h}]$$

$$\alpha = 0,33$$

$$L_e = 1800 - \frac{8}{9} \cdot (259 + 0,33 \cdot 899) = 1800 - 494 = 1306 \quad [\text{jv/h}]$$

$R = L_e - Q_e = 1306 - 1008 = 298 [\text{jv/h}] \Rightarrow$ Návrh č. 2 kapacitně vyhovuje, protože výsledná hodnota má dostatečnou rezervu.

Podkladem pro návrh okružní křižovatky na PK jsou intenzity křižovatkových pohybů v roce výstavby OK a následujících letech od předpokládaného uvedení křižovatky do provozu. Prognóza se zpracovává zpravidla na 20 let[24]. Proto, abych potvrdil správnost návrhových variant 1 a 2, provedu kontrolní výpočet výhledových intenzit. Následně rezerva (R) musí být minimálně 10%, aby stavba vyhovovala.

Výhledovou intenzitu spočtu pro nejzatíženější vjezd ramene A. Musím použít koeficient vývoje intenzit dopravy, který získám z tabulky v TP 171. Pro rok 2010 na silnici I. třídy činí tento koeficient 1,16 a pro rok 2030 je 1,64. Výsledný koeficient (k_{20}) na 20 let získám z poměru roku 2030 ku roku 2010.

Výpočet výhledové intenzity pro rameno A na rok 2030:

$$k_{20}=1,64/1,16=1,41$$

pro Variantu 1:

$$Q_{p-20}=G_p \cdot k_{20}=1\,267 \cdot 1,41=1\,786 \text{ jv/h}$$

$$R=G_p-Q_{p-20}=1984-1786=198 \text{ jv/h}$$

$$p=198/1984 \cdot 100 \approx 10\%$$

Variantu 1 splňuje prognózu na 20 let.

pro Variantu 2:

$$Q_{e-20}=Q_e \cdot k_{20}=1\,008 \cdot 1,41=1\,421 \text{ jv/h}$$

$$R=L_e-Q_{e-20}=1306-1421=-115 \text{ jv/h}$$

$$p=-115/1306 \cdot 100 \approx -9\%$$

Variantu 2 nesplňuje prognózu na 20 let.

Výpočet výhledové intenzity pro rameno A na rok 2020 ($k=1,4$):

$$k_{10}=1,4/1,16=1,2$$

pro Variantu 2:

$$Q_{e-10}=Q_e \cdot k_{10}=1\,008 \cdot 1,2=1\,210 \text{ jv/h}$$

$$R=L_e-Q_{e-10}=1306-1210=96 \text{ jv/h}$$

$$p=96/1306 \cdot 100 \approx 7,35\%$$

Variantu 2 by stěží splňovala prognózu na 10 let.

Průjezdnost OK může činit jisté potíže rozměrnějším vozidlům, mezi které můžeme zařadit jízdní soupravy (přívěsové a návěsové) a autobusy. OK musí mít takové rozměry, aby umožnily průjezd všem vozidlům. Jde o šířky jízdních pruhů na vjezdech, výjezdech a i na okružním páse a vhodné poloměry oblouků. Pro správný výpočet rozměrů OK se využívá software (např. AutoTurn), který na základě rozměrů vozidel (jejich obalových křivek) určí přesně potřebu dopravní plochy[33].

Nyní uvedu základní výpočty pro určení obrysových poloměrů některých rozměrných vozidel (návěsové a přívěsové soupravy, autobusu a kloubového autobusu). Tyto poloměry by měly potvrdit správnost návrhu parametrů dvoupruhové (spirálovité) okružní křižovatky. Šířka jízdního pruhu se vypočte užitím Pythagorovy věty u jednotlivých trojúhelníků. Rozměr R_o' může zároveň představovat poloměr středního ostrůvku OK. Základní rozměry vozidel jsou znázorněny na obrázku 3.15, 3.16, 3.17, 3.18 a hodnoty (vstupní a vypočtené) v tabulce 3.6 a 3.7. Vnější obrysový poloměr (R_o'') je brán jako

poloměr OK, pro jízdní pruh blíže ke středovému ostrůvku. Pokud by šířka jízdního pruhu byla při výpočtu větší než 4,25m je brána v potaz rezerva šířky prstence, která je 1m.

Postup výpočtu:

Tabulka 3.6 : Základní rozměry rozměrných vozidel[33]

Typ vozidla	Vstupní údaje [m]						
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>R_o''</i>	<i>e</i>
Návěšová souprava	1,3	4	0,8	7	2,5	20,75	-
Přívěšová souprava	1,5	5	1,8	2,9	2,5	20,75	5
Kloubový autobus	2,6	5,7	2,7	3,7	2,5	20,75	-
Autobus	2,4	5,6	-	-	2,5	20,75	-

Legenda (zkratky používané při výpočtu):

R_o''	vnější obrysový poloměr [m]
R_o'	vnitřní obrysový poloměr [m]
<i>a</i>	přední převis hnacího vozidla [m]
<i>b</i>	rozvor hnacího vozidla [m]
<i>c</i>	zadní převis hnacího vozidla (po závěs pro přívěs) [m]
<i>d</i>	délka oje [m]
<i>s</i>	šířka vozidla [m]
<i>e</i>	rozvor přívěsu [m]
s_{JP}	šířka jízdního pruhu [m]
<i>x</i>	vybočení přívěsu [m]

Vzorce použité při výpočtu[33]:

$$x_1 = \sqrt{(R_o')^2 - (a + b)^2} \quad [\text{m}] \quad (37)$$

$$x_2 = \sqrt{\left(x_1 - \frac{s}{2}\right)^2 + c^2} \quad [\text{m}] \quad (38)$$

$$x_3 = \sqrt{x_2^2 - d^2} \quad [\text{m}] \quad (39)$$

$$x_4 = \sqrt{x_3^2 - e^2} \quad [\text{m}] \quad (40)$$

$$R_o' = x_4 - \frac{s}{2} \quad [\text{m}] \quad (41)$$

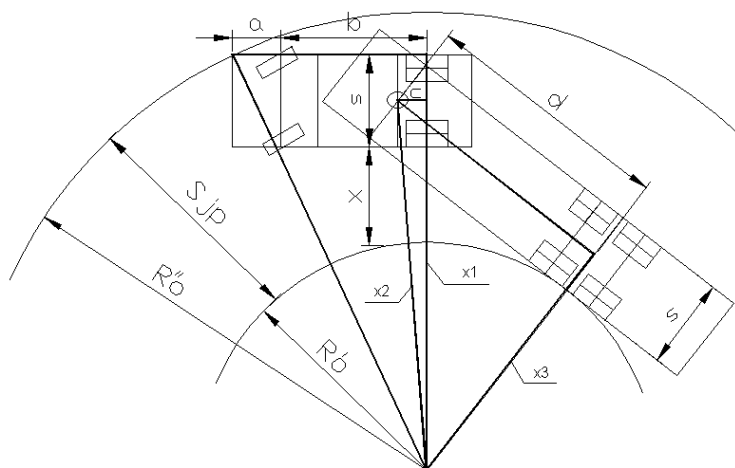
$$s_{JP} = R_o'' - R_o' \quad [\text{m}] \quad (42)$$

$$x = x_1 - s - R_o' \text{ [m]}$$

(43)

Z uvedených parametrů a vzorců vypočtu hodnoty poloměrů středního ostrůvku OK, šířky jízdního pruhu a vybočení přívěsu a návěsu.

Obrázek 3.15 : Základní rozměry návěsové soupravy při průjezdu zatáčkou (OK)[33]



$$x_1 = \sqrt{(20,75)^2 - (1,3 + 4)^2} = 20,06m$$

$$x_2 = \sqrt{\left(20,06 - \frac{2,5}{2}\right)^2 + 0,8^2} = 18,83m$$

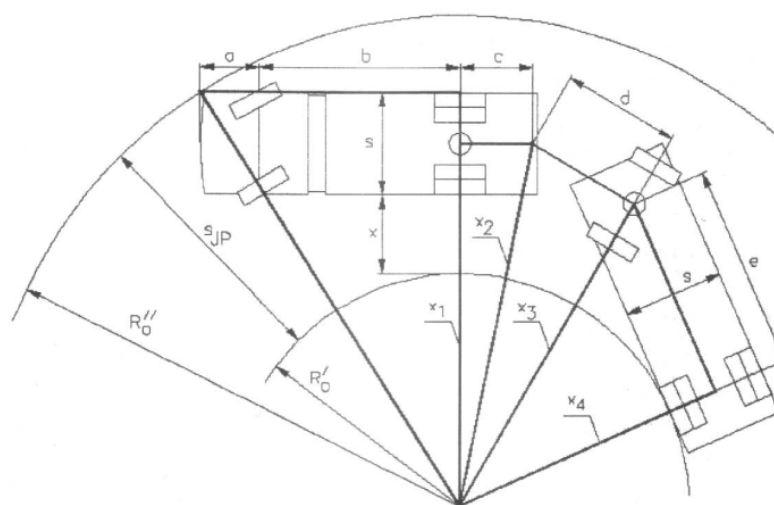
$$x_3 = \sqrt{18,83^2 - 7^2} = 17,48m$$

$$R_o' = 17,48 - \frac{2,5}{2} = 16,23m$$

$$s_{JP} = 20,75 - 16,23 = 4,52m$$

$$x = 20,06 - 2,5 - 16,23 = 1,33m$$

Obrázek 3.16 : Základní rozměry přívěsové soupravy při průjezdu zatáčkou (OK)[33]



$$x_1 = \sqrt{(20,75)^2 - (1,5 + 5)^2} = 19,7m$$

$$x_2 = \sqrt{\left(19,7 - \frac{2,5}{2}\right)^2 + 1,8^2} = 18,54m$$

$$x_3 = \sqrt{18,54^2 - 2,9^2} = 18,31m$$

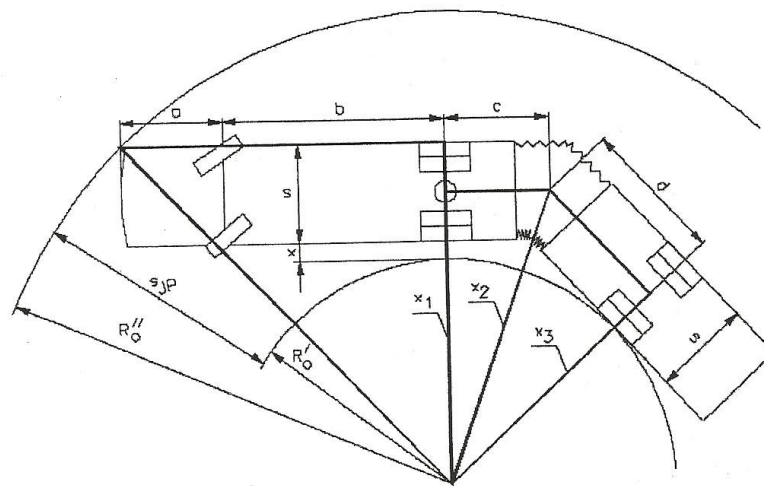
$$x_4 = \sqrt{18,31^2 - 5^2} = 17,61m$$

$$R_o' = 17,61 - \frac{2,5}{2} = 16,36m$$

$$s_{JP} = 20,75 - 16,36 = 4,39m$$

$$x = 19,7 - 2,5 - 16,36 = 0,84m$$

Obrázek 3.17 : Základní rozměry kloubového autobusu při průjezdu zatáčkou (OK)[33]



$$x_1 = \sqrt{(20,75)^2 - (2,6 + 5,7)^2} = 19m$$

$$x_2 = \sqrt{\left(19 - \frac{2,5}{2}\right)^2 + 2,7^2} = 18m$$

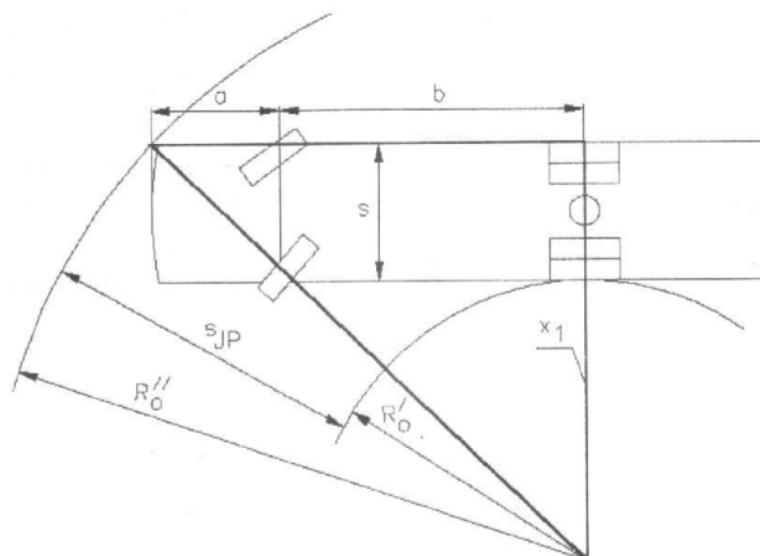
$$x_3 = \sqrt{18^2 - 3,7^2} = 17,6m$$

$$R_o' = 17,6 - \frac{2,5}{2} = 16,36m$$

$$s_{JP} = 20,75 - 16,36 = 4,38m$$

$$x = 19 - 2,5 - 16,36 = 0,14m$$

Obrázek 3.18 : Základní rozměry autobusu při průjezdu zatáčkou (OK)[33]



$$x_1 = \sqrt{(20,75)^2 - (2,4 + 5,6)^2} = 19,14m$$

$$R'_0 = 19,14 - \frac{2,5}{2} = 17,89m$$

$$s_{JP} = 20,75 - 17,89 = 2,86m$$

Tabulka 3.7 : Hodnoty vypočtených údajů[33]

Typ vozidla	Výsledné údaje [m]						
	x_1	x_2	x_3	x_4	R'_0	s_{JP}	x
Návěsová souprava	20,06	18,83	17,48	-	16,23	4,52	1,33
Prívěsová souprava	19,7	18,54	18,31	17,61	16,36	4,39	0,84
Kloubový autobus	19	18	17,6	-	16,36	4,38	0,14
Autobus	19,14	-	-	-	17,89	2,86	-

Z tabulky 3.7 vyplývá, že rozměry okružní křižovatky byly správně navrženy a vozidla nebudou mít problém při průjezdu křižovatkou.

Z uvedených návrhů je nejvhodnější návrh č. 1, protože splňuje požadavky kapacity a prognózy na 20 let.

4. Základní ekonomické zhodnocení

Na základě návrhových variant č. 1 a č. 2 provedu základní ekonomické zhodnocení pouze orientační. Výsledky nákladů porovnávám v tabulce 4.3. Variantou č. 3 se nezabývám, protože ji nelze v našich legislativních podmínkách aplikovat. Orientační ceny lze najít na webových stránkách. Jedná se o náklady na vybudování pozemních komunikací a jejich příslušenství. Podkladem pro zpracování rozpočtových ukazatelů a cen stavebních prací je poskytnuto od organizací zaměřených na rozpočtování, projektování a realizaci. Hodnoty údajů jsou v cenové úrovni prvního pololetí roku 2008 (bez DPH) a je vhodné je považovat za průměrné a orientační.

Orientační ceny vozovek jsou dle ceníku podílu zemních prací, obrubníků a vodícího proužku. Při tvorbě jednotkových cen se postupuje dle Technických podmínek TP 170 (Navrhování vozovek pozemních komunikací). Jednotkové ceny nákladů na vybudování potřebných úprav jsou uvedeny v tabulce 4.1 a s nimi dále kalkulují. Dopravní svislé značení bude pro obě varianty stejné, hodnoty nákladů obsahuje tabulka 4.2. Grafické znázornění svislých dopravních značek je znázorněno v příloze H.

Tabulka 4.1 : Orientační ceny použitých při výpočtu ekonomického zhodnocení[34, 35]

Dopravní značení		
<i>Značení</i>	<i>Druh svislé dopravní značky</i>	<i>Cena za 1 ks (Kč), (s DPH)</i>
IP6	přechod pro chodce	912
IP18a	zvýšení počtu jízdních pruhů	2 120
IP18b	snížení počtu jízdních pruhů	2 120
IS3a	směrová tabula-jeden cíl	1 100
IS3d	směrová tabula-dva cíle	1 100
IS9b	návěst před křižovatkou	3 820
IS16b	silnice I. třídy	487
IS16d	silnice II. třídy	487
IS17	silnice pro mezinárodní provoz	518
E5	celková hmotnost do 3,5 t	444
Z3	vodící tabule	751
P2	hlavní pozemní komunikace	912
P4	dej přednost v jízdě!	1 116
P6	stůj, dej přednost v jízdě!	1 380
B20a	nejvyšší dovolená rychlost (50km/h)	1 188
C1	kruhový objezd	1 188
Z4b	pružný maják (místo C4a(C4c)+Z5c)	19 212

<i>Ostatní výdaje dopravních značek</i>	
plastové víčko	30
objímka na trubku	72
hliníková patka	660
sloupek	840
Pozemní komunikace (okružní křižovatka)	
<i>Jednotlivé položky</i>	<i>Cena za 1 m² (Kč), (bez DPH)</i>
odstranění povrchu (asfalt)	450
vozovky netuhé (z asfaltových vrstev)	1 260
obrubníky	540
zvýšené směrovací ostrůvky	719
prstenec, srpovitě zpevněná krajnice, povrch klínů	800
travnaté plochy	112

Tabulka 4.2 : Náklady na svislé dopravní značení

Typ dopravního svislého značení	Počet (ks)	Cena (Kč)
IP6	2	1 824
IP18a	2	4 240
IP18b	2	4 240
IS3a	2	2 200
IS3d	2	2 200
IS9b	4	15 280
IS16b	2	974
IS16d	1	487
IS17	1	518
E5	1	444
Z3	9	6 759
P2	5	4 560
P4	6	6 696
P6	1	1 380
B20a	1	1 188
C1	6	7 128
Z4b	6	115 272
plastové víčko	48	1 440
objímka na trubku	105	7 560
hliníková patka	48	31 680
sloupek	48	40 320
<i>Celkem:</i>	302	256 390

Tabulka 4.3 : Výsledné hodnoty nákladů varianty č. 1 a č. 2

Jednotlivé položky	Obsah původní OK (m ²)	Obsah (m ²)	Cena varianty 1 (Kč)	Obsah (m ²)	Cena varianty 2 (Kč)
odstranění povrchu	0	4 401,5	2 376 810	401,5	2 376 810
vozovky netuhé (silnice a okružní pás)	4 198	5 148	7 783 776	4 880	7 378 560
obrubníky	0	33,26	21 554	32,81	21 262,5
směrovací ostrůvky	12,5	195	168 246	243	209 660,4
prstenec	119	101	96 960	265	254 400
srpovitá krajnice	72	54	51 840	54	51 840
klíny	0	115	110 400	152	145 920
travnaté plochy	227	754	101 337,6	492	66 124,8
dopravní značení	0,00	0	256 390	0	256 390
<i>Celkem:</i>	4 402	10 802	10 967 314	10 520	10 760 968

Přetavba na větší okružní křižovatku by stála asi 11 000 000 Kč. Spirálovitá okružní křižovatka je o 250 000 Kč levnější, protože zabírá o 300m² méně místa.

5. Závěr

Při řešení diplomové práce jsem postupoval v souladu s osnovou práce. Po důsledné úvodní analýze jsem provedl rekognoskaci dopravní infrastruktury do jednoho kilometru kolem zkoumané křižovatky. Zjištěním bylo, že na dopravu má nejvíc negativní vliv napojení aglomerace na mezinárodní tah E 55. Dalšími vlivy je přechod pro chodce, který je řízen SSZ, most přes řeku a v neposlední řadě svedení dopravy od Průmyslové zóny a Chýnova.

Vlastním ověřovacím dopravním průzkumem, kde jsem zjišťoval intenzity vozidel na křižovatce, jsem ověřil použitelnost dat z předchozích dopravních průzkumů a potvrdila se tak vážnost situace. Rovněž jsem vypočítal potřebné hodnoty RPD1. Kvůli silnici II/409, která byla svedena na okružní křižovatku se celková intenzita navýšila o 7 000 voz/den oproti roku 2007. Došlo k navýšení osobních vozidel o 10 000voz/den a poklesu těžkých vozidel o 3000voz/den.

Kapacitně jsem prověřil stávající okružní křižovatku podle TP 188 a TP 135. Křižovatka kapacitně nevyhověla, a proto jsem přistoupil k návrhu variant možného řešení. Nevyhověl vjezd A, který měl průměrnou délku fronty 700m a střední dobu čekání ve frontě až 10min. Výsledky obou metod potvrdila i simulace křižovatky v programu Vissim.

Jednou z variant je okružní křižovatka se dvěma jízdními pruhy na okružním páse. Tato varianta kapacitně vyhovovala nejlépe a její prognóza by vystačila na 20 let. Nevýhodou jsou ovšem průplety na výjezdech, které jsou nebezpečné, a může zde docházet k častým kolizím vozidel. Proto se od stavění tohoto typu OK pomalu ustupuje a přechází se na okružní křižovatky se spirálovitě uspořádanými jízdními pruhy na okružním páse (viz varianta 2).

Druhou variantou je okružní křižovatka se spirálovitě uspořádanými jízdními pruhy, která splňuje parametry bezpečnosti. Protože bezpečnostní požadavky jsou pro provoz na okružním páse lépe organizovány pomocí směřování jízdních pruhů. Tato varianta má menší kapacitu než u předchozí OK a prognóza by vystačila jen na 10 let.

Třetí variantou je ramp-metering, ale pro svojí derealizaci v podmínkách české legislativy jsem ho jen popsal a dále jsem se jím nezabýval.

Proto na základě těchto faktů jsem se rozhodl pro variantu 1, která kapacitní požadavky nejlíp splňuje. Varianta 1 má o 419 jv/h větší rezervu než varianta 2. Splnila prognózu na 20 let a varianta 2 je perspektivní jen na 10 let. Úprava křižovatky by teoreticky byla možná za splnění několika podmínek. Zachovala by se silnice II/409 a osy pozemních komunikací zůstaly v původním směru. Rizikem a kritickým místem tohoto návrhu je skutečnost, že čerpací stanice ONO by musela být teoreticky odstraněna z důvodu prostorového uspořádání nové křižovatky, neboť nesplňuje aspekty bezpečného napojení. Důvodem jejího odstranění je velká blízkost u křižovatky a manipulační prostor pro čekající auta, který mnohdy zasahují až do křižovatky. Kvůli malé vzdálenosti mezi prostorem čerpací stanice a křižovatkou se tvořily nežádoucí kolony vozidel. Po nové úpravě by se zvýšila kapacita OK.

V závěru práce jsem provedl základní ekonomické zhodnocení. Varianta 1 by orientačně stála 11 mil. Kč. Varianta 2 by byla o 0,2 mil Kč levnější. Musel jsem zohlednit, kolik by stálo rozbourání staré vozovky a přičíst náklady na dopravní značení a vybudování jednotlivých částí OK. Vytýčené cíle diplomové práce byly dle mého názoru splněny.

6. Seznam použité literatury

- [1] Dostupné z: <<http://www.dalnice-d3.cz>>, [cit. 5. února 2011].
- [2] Dostupné z: <<http://www.rsd.cz>>, [cit. 5. února 2011].
- [3] Dostupné z: <<http://www.plananl.cz>>, [cit. 7. února 2011].
- [4] Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org>>, [cit. 7. února 2011].
- [5] Strategický plán rozvoje mikroregionu Táborska 2007 – 2013; Úvod a analytická část.
- [6] Dostupné z: <<http://www.mapy.cz>>, [cit. 12. února 2011].
- [7] Zákon č.111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů.
- [8] Dostupné z: <<http://www.comettplus.cz>>, [cit. 13. února 2011].
- [9] Křivda, V.: Základy organizace a řízení silniční dopravy, skriptu VŠB – TU Ostrava, 1. vydání Ostrava 2006. 170 s. ISBN 80-248-1253-3
- [10] Medelská, V. – Jirava, P. – Nop, D. – Rojan, J.: Dopravné inženýrstvo, skriptu VŠDS Žilina, 1. Vydání Alfa Bratislava 1991. 376 s. ISBN 80-05-00737-X
- [11] Technické podmínky TP 189, Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, leden 2008.
- [12] Dostupné z: <http://geoportal.jsdi.cz/geoportal_RSDCR/default.aspx>, [cit. 12. února 2011].
- [13] Pavlíková, – Troch: Táborský deník, 2006.
- [14] Šanca, O. – kol.: Dálnice D3 Tábor – státní hranice ČR/Rakousko, průzkumy individuální automobilové dopravy, duben 2008.
- [15] Dostupné z: <<http://www.scitani2005.rsd.cz>>, [cit. 15. března 2011].
- [16] PRAGOPROJEKT, a.s.: Přeložka silnice II/409 Planá nad Lužnicí, Příloha – Hluková studie, listopad 2006.
- [17] zdroj: Celostátní sčítání dopravy, 2010.
- [18] Dostupné z: <<http://www.jdwm.cz/pcr/>>, [cit. 16. března 2011].
- [19] Skládáný, P. – Hrubý, Z.: Eliminace příčin dopravních nehod z hlediska pozemní komunikace, Centrum dopravního výzkumu v Brně, listopad 1999.
- [20] Dostupné z: <<http://www.cityplan.cz>>, [cit. 16. března 2011].
- [21] Program: Vissim 5 – 20 – 6
- [22] ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, listopad 2007.

- [23] Technické podmínky TP 188, Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek, leden 2008.
- [24] Technické podmínky TP 135, Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, září 2005.
- [25] Andres, J.: Zásady bezpečného utváření pozemních komunikací, Centrum dopravního výzkumu v Brně, duben 2001. ISBN 80 – 86502 – 00 – 7.
- [26] ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic, říjen 2004.
- [27] ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací, leden 2006.
- [28] Súkenník, P. – Hofhansl, P. – Zelenková, K. – Pistoriusová, Ž. – Varhulík, M. – Tříska, L. – Landa, J.: Příručka pro navrhování okružních křižovatek, CITYPLAN spol. s r.o. v Praze, leden 2009.
- [29] Škvain, V.: Okružní křižovatky, prezentace, Ostrava.
- [30] Bartoš, P. – Rozsypal, V.: Uplatnění spirálovitě uspořádaných okružních křižovatek, EDIP; časopis Silniční obzor – 7-8/2008.
- [31] Bureš, P. – Příbyl, O.: Měření a zpracování dat, prezentace, Praha.
- [32] Hoffmann, S.: Uplatnění zařízení pro regulaci vjezdu.
- [33] Folprecht, J. – Křivda, V.: Organizace a řízení dopravy I, skripty VŠB – TU Ostrava, 1. vydání Ostrava 2006. 105 s.
- [34] Polešáková, M. – kolektiv: Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury, Ústav územního rozvoje, Brno 2008.
- [35] Dostupné z: <<http://www.adoz-znacen.cz>>, [cit. 4. dubna 2011].
- [36] Dostupné z: <<http://www.znackymorava.cz/dopravni-znacen/svisle-dopravni-znacen>>, [cit. 26. dubna 2011].
- [37] Blažek, M. – Kačírek, P. – Trávníček, Z.: Koordinační situace stavby (1:500), příloha, Pragoprojekt a.s., červenec 2007.

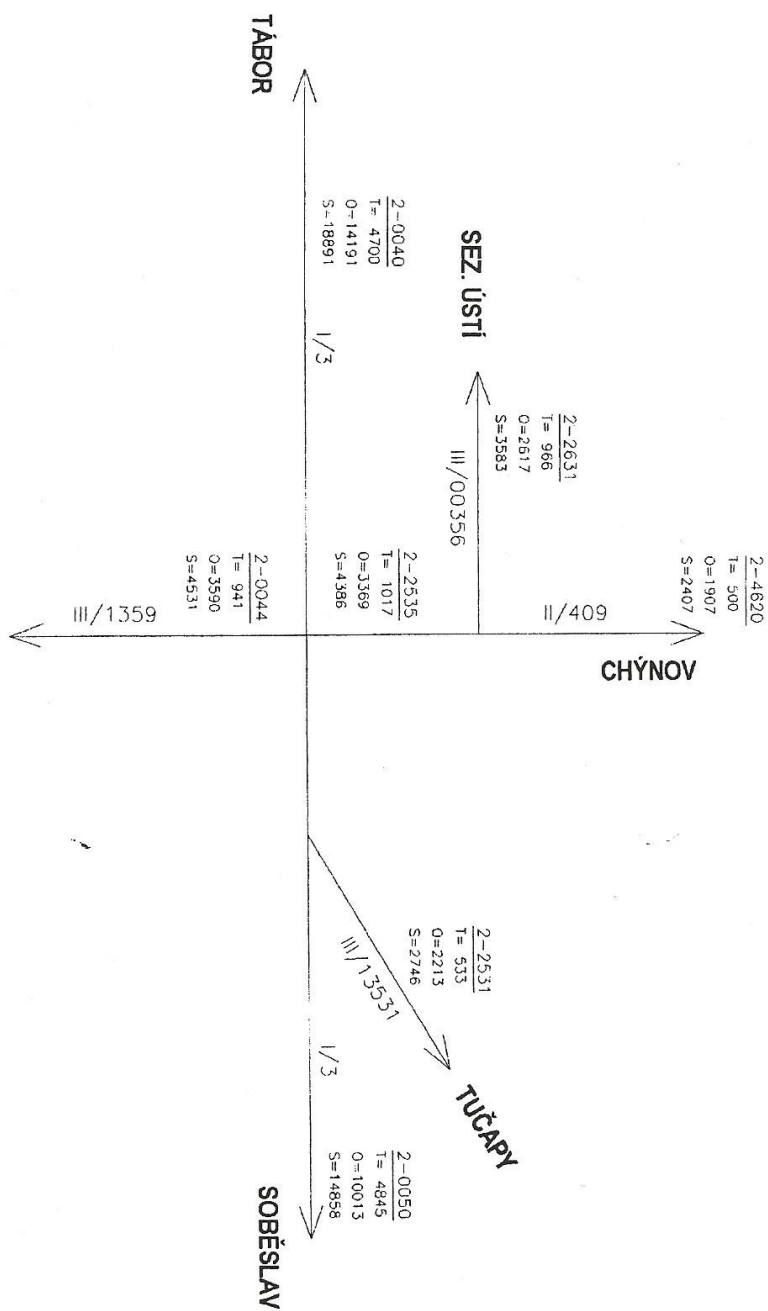
7. Seznam příloh

- A. Vzor sčítací listu
- B. Mapa s vyobrazením intenzit doprav v Plané nad Lužnicí za rok 2005
- C. Softwarový balík PTV Vision
- D. Výkres návrhu č. 1 – okružní křižovatka se dvěma jízdními pruhy
- E. Výkres návrhu č. 2 – okružní křižovatka se spirálovitě uspořádanými jízdními pruhy
- F. Výkres návrhu č. 3 – Ramp-metering[37]
- G. Výkres původního uspořádání okružní křižovatky[37]
- H. Svislé dopravní značení[36]
- I. Stanoviště celostátního sčítání 2-0040

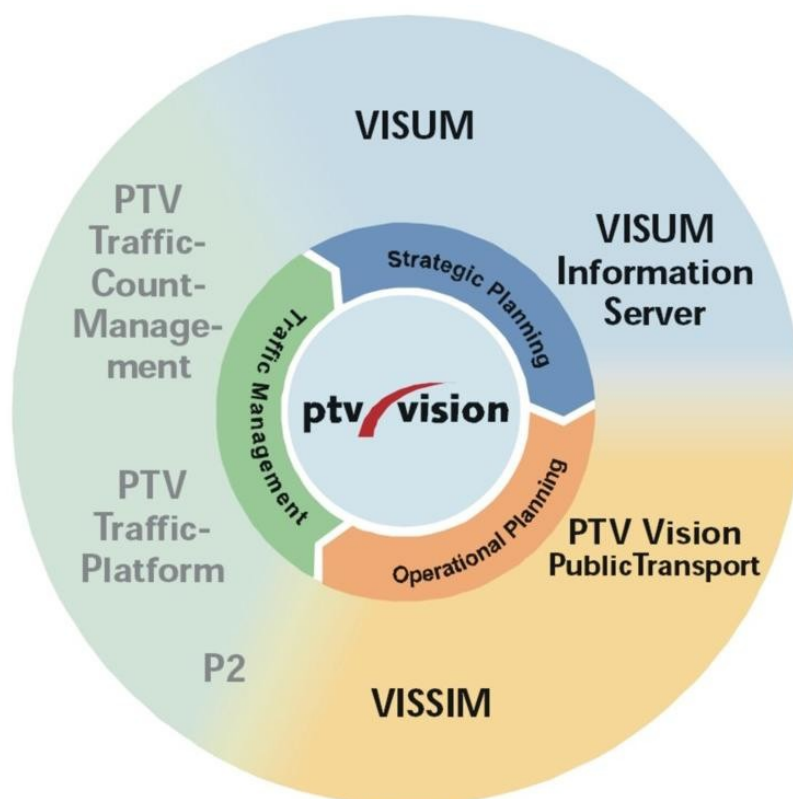
[illegible]

Mapa s vyobrazením intenzit doprav v Plané nad Lužnicí za rok 2005[16]

DOPRAVNÍ INTENZITY - STÁVAJÍCÍ STAV
CELOROČNÍ PRŮMĚR ZA 24 HODIN ZE SČÍTÁNÍ DOPRAVY V ROCE 2005

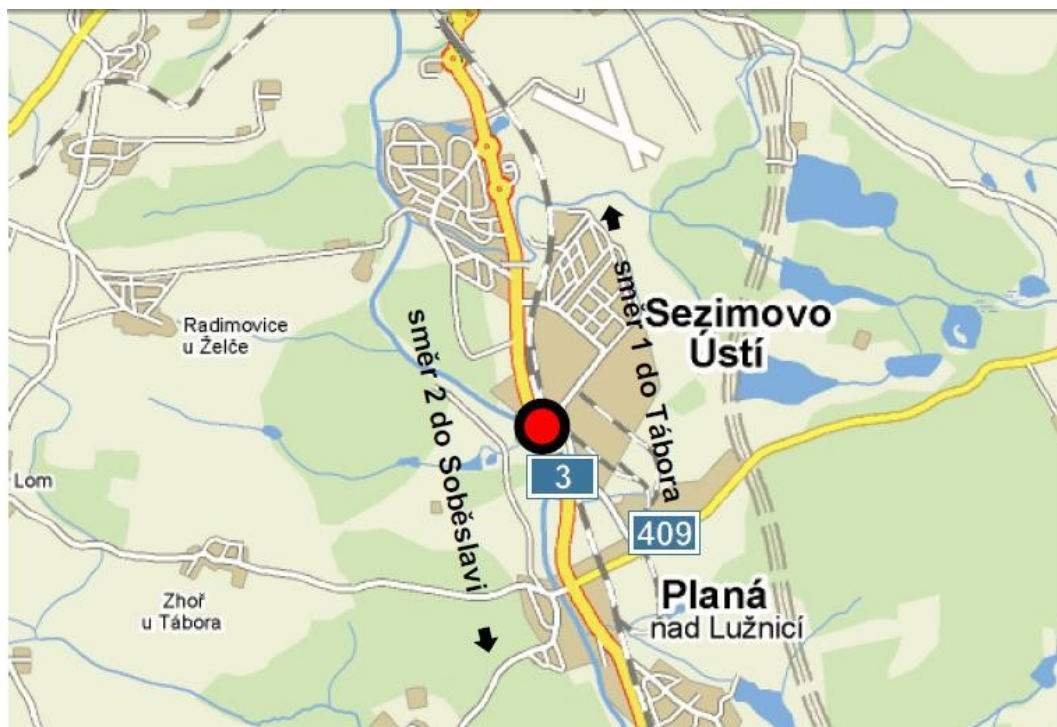


Softwarový balík PTV Vision[20]



Stanoviště celostátního sčítání 2-0040

Sčítací místo 2-0040 a směry dopravního průzkumu[14]



Fotografický záznam sčítacího místa 2-0040[6]

